



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de cinco pisos y una azotea, utilizando estructuras aporticadas y placas de concreto incorporando cenizas volantes a la mezcla de concreto en el distrito de Surco-2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Calderón Riza, Luis Ángel (0000-0002-4032-6932)

Díaz Rodríguez, Euler (0000-0001-9260-0377)

ASESOR:

Dr. Suarez Alvites, Alejandro
(0000-0002-9397-057X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA-PERÚ

2020

Dedicatoria

Yo Calderón Riza, Luis Ángel dedico el presente trabajo a mi madre Lucia Ríos Riza por ser la persona que me apoya incondicionalmente en todo aspecto, de igual manera a mis dos amores Damaris Luday Calderón Arriaga y Luan Kael Calderón Gamarra, por ser fuente de inspiración día a día.

Yo Díaz Rodríguez, Euler dedico el presente trabajo se lo dedico a mi apreciada esposa Nathaly Celene Vargas Pilco, por su incondicional apoyo y por darme el mejor motivo de la vida que es mi amada hija Mahia Valentina Díaz Vargas que es la persona que me inspira a superarme día a día de igual manera a mis padres por el apoyo incondicional que hicieron a lo largo de mi formación.

Agradecimiento

Nosotros; Calderón Riza, Luis Ángel y Rodríguez Díaz, Euler en primer lugar agradecemos a Dios por la vida que nos brinda día a día, a la casa de estudio Universidad Cesar Vallejo por entregarnos la oportunidad de realizarnos como profesionales íntegros, de igual manera agradecer a nuestro asesor, el Dr. Alejandro Suarez Alvites por ser guía y buen orientador en el desarrollo del presente trabajo, así mismo, con la misma importancia agradecer a una personita especial Gamarra Miranda Briyhith de los Ángeles, por su inmenso apoyo que nos brindó en todo este tiempo.

índice de contenido

| | |
|----------------------------|-----|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de Tablas | v |
| Índice de Figuras | vi |
| Índice de Anexos | vii |
| Resumen | ix |
| Abstract | x |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 5 |
| III. METODOLOGÍA | 15 |
| IV. RESULTADOS | 21 |
| V. DISCUSIÓN | 27 |
| VI. CONCLUSIONES | 32 |
| VII. RECOMENDACIONES | 35 |
| REFERENCIAS | 37 |
| ANEXOS | |

Índice de Tablas

| | |
|---------------------------------------|----|
| Tabla 1 Fórmulas para el diseño | 12 |
|---------------------------------------|----|

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Perfil estratigráfico | 14 |
| Ilustración 2. Anova, resultados estadístico de Mathcad..... | 22 |
| Ilustración 3. Interacción de la cenizas y días de curado para obtener la resistencia óptima para el diseño | 22 |
| Ilustración 4. Influencia de la ceniza volante en el peso de la edificación | 23 |
| Ilustración 5. Influencia de la ceniza volante en la cortante basal de la edificación | 23 |
| Ilustración 6. Derivas en la dirección X y Y en la estructura SIN cenizas volantes | 24 |
| Ilustración 7. Derivas en la dirección X y Y en la estructura CON cenizas volantes | 24 |
| Ilustración 8. Análisis de costo de un metro cúbico de concreto con cenizas volantes y sin cenizas volantes | 25 |
| Ilustración 9. Influencia del concreto con incorporación de cenizas volantes en el diseño sismorresistente..... | 26 |

Índice de Anexos

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables..... | 44 |
| Anexo 2. Matriz de consistencia..... | 45 |
| Anexo 3. Ficha de recolección de datos 1..... | 46 |
| Anexo 4. Tiempo de roturas de probetas | 47 |
| Anexo 5. Tesis y artículos usados como base para la resistencia de concreto con ceniza volante | 48 |
| Anexo 6. Estudio de mecánica de suelos vía recolección de datos | 52 |
| Anexo 7. Ficha técnica del Cemento Andino tipo V..... | 61 |
| Anexo 8. Análisis químico y físico de las cenizas volantes de la central hidroeléctrica de Ilo | 63 |
| Anexo 9. Cotización 1 de agregados..... | 64 |
| Anexo 10. Cotización 2 de materiales | 65 |
| Anexo 11. Cotización 3 de la ceniza volante..... | 66 |
| Anexo 12. Análisis comparativo de costos | 67 |
| Anexo 13. Análisis sísmico..... | 68 |
| Anexo 14. Análisis estático..... | 69 |
| Anexo 15. Análisis dinámico..... | 70 |
| Anexo 16. Vista 3D de modelo del edificio “Los Andes | 71 |
| Anexo 17. Modo de vibración 1 ($T=0.341$ seg)..... | 72 |
| Anexo 18. Modo de vibración 2 ($T=0.105$ seg)..... | 73 |
| Anexo 19. Modo de vibración 3 ($T=0.102$ seg)..... | 74 |
| Anexo 20. Desplazamientos en X | 75 |
| Anexo 21 Desplazamientos en X | 76 |
| Anexo 22. Desplazamientos en Y | 77 |
| Anexo 23. Desplazamientos en Y | 78 |
| Anexo 24. Envolvente de momentos flectores del pórtico a diseñar (t-m)..... | 79 |
| Anexo 25 Envolvente de fuerzas cortantes del pórtico a evaluar (tn)..... | 80 |
| Anexo 26. Diagrama de momentos flectores (tn-m) | 81 |
| Anexo 27. Diagrama de fuerzas cortantes (Tn)..... | 81 |
| Anexo 28. Diagrama de momentos flectores de diseño (tn.m)..... | 82 |
| Anexo 29. Diagrama de fuerzas cortantes de diseño (Tn) | 82 |

| | |
|---|----|
| Anexo 30. Dimensiones de los elementos estructurales | 83 |
| Anexo 31. Sección de la placa | 83 |
| Anexo 32. Factores de zona..... | 84 |
| Anexo 33. Parámetros del suelo | 84 |
| Anexo 34. Categoría de las edificaciones | 85 |
| Anexo 35. Sistemas estructurales | 86 |
| Anexo 36. Masas participativas..... | 86 |
| Anexo 37. Distorsiones | 87 |
| Anexo 38. Cortantes..... | 87 |
| Anexo 39. Geometría | 88 |
| Anexo 40. Propiedades | 88 |
| Anexo 41. Cargas..... | 89 |
| Anexo 42. Envolventes de momentos flectores y fuerzas cortantes (Tramo1)..... | 89 |
| Anexo 43. Envolventes de momentos flectores y fuerzas cortantes (Tramo2)..... | 90 |
| Anexo 44. Envolventes de momentos flectores y fuerzas cortantes (Tramo3)..... | 90 |

Resumen

El proyecto comprende el diseño sísmico de un edificio de vivienda unifamiliar “Los Andes”, ubicado en la calle Velasco Astete, distrito de Santiago de Surco - Lima. El edificio consta de cinco pisos y una azotea, siendo el área construida 2068.22 m². El sistema estructural está conformado por muros de corte, columnas y vigas.

Se desarrolló un modelo tridimensional en el programa Etabs, que fue utilizado para realizar el análisis por cargas de gravedad y de sismo. Las distorsiones por sismo obtenidas fueron 0.22 y 3.11 para las direcciones paralelas a los ejes X e Y respectivamente. El desplazamiento máximo calculado en la azotea fue de 0.34 cm en la dirección “X” y 3.29 cm en la dirección “Y”, los valores de la distorsión indican que se logró un edificio con buena rigidez. Se propuso un diseño de mezcla con incorporación de cenizas volantes en el concreto para mejorar las propiedades del mismo, obteniendo un leve incremento en la resistencia de dicho compuesto. Así mismo, influye en el peso total de la estructura de manera positiva ya que indirectamente a menor peso se reducen las fuerzas de corte en la base de la edificación.

Palabras clave: Cenizas volantes, sismorresistente, estructura y rigidez.

Abstract

The project includes the seismic design of a single-family housing building “Los Andes”, located on Velasco Astete street, Santiago de Surco district - Lima. The building consists of five floors and a roof terrace, the constructed area being 2068.22 m². The structural system is made up of shear walls, columns and beams.

A three-dimensional model was developed in the Etabs program, which was used to perform the analysis for gravity and earthquake loads. The earthquake distortions obtained were 0.22 and 3.11 for the directions parallel to the X and Y axes respectively. The maximum calculated displacement on the roof was 0.34 cm in the "X" direction and 3.29 cm in the "Y" direction, the distortion values indicate that a building with good rigidity was achieved. A mix design was proposed with the incorporation of fly ash in the concrete to improve its properties, obtaining a slight increase in the resistance of said compound. Likewise, it influences the total weight of the structure in a positive way, since indirectly the cutting forces at the base of the building are reduced to a lower weight.

Key words: Fly ash, earthquake resistant, structure and rigidity.

I. INTRODUCCIÓN

En el primer capítulo redactamos como primer punto la realidad problemática, tanto a nivel internacional, nacional y local. Después de ello la justificación teórica, social y económico. Concluiremos con la formulación del problema general, problemas específicos, objetivo general y objetivos específicos.

Benjumea, Sotelo, Celis y Chío (2016) indicaron que, debido a las altas magnitudes de los sismos en diferentes países como Perú, India, China, Indonesia, Chile, Haití, Japón, etc, generan el colapso de las estructuras de concreto armado y atenta con la vida humana, por ello se considera el diseño de estructuras más eficientes, duraderas y económicas.

Pajuelo y Ponce (2018) comentaron que, la disposición final de las cenizas volantes genera una contaminación al suelo, aire y agua. Estados Unidos es uno de los países que viene usando las cenizas volantes como un agregado en sustitución de un porcentaje del cemento, para así mitigar la contaminación al medio ambiente.

Huaquisto (2015) expuso que, en el Sur de Lima, la provincia de Ilo, la producción de energía eléctrica es generado con la combustión del carbón como materia prima, obteniendo así el residuo de las cenizas volante, estos residuos ocasionan un problema medio ambiental ya que su disposición final es en los rellenos sanitarios.

Kuroiwa (2016) indicó que, según estimaciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, aproximadamente el 70% de las viviendas en el Perú son autoconstruidas, es decir son informales debido a que las personas que lo construyen es el propietario, debido a ello las construcciones son deficientes y ante cualquier evento sísmico estas edificaciones serán colapsadas causando así muertes humanas.

Contreras y Peña (2017) indicaron que, a nivel local en el distrito de Santiago de Surco el consumo del concreto va creciendo de manera muy rápida, ello conlleva a la utilización de las materias primas para poder obtener la mezcla de concreto, viéndose afectado de esta manera los recursos naturales ya que la explotación de los materiales es proveniente de ellos.

La justificación teórica del Informe de Investigación, es abrir la mente a diseñar en el Perú estructuras de concreto armado eco-amigables con el medio ambiente, eficientes y económicas. Por ello, Pajuelo y Ponce (2018) comentaron que en el Perú no se aprovecha la aplicación de la ceniza volante como sustituto a la mezcla de concreto, por la falta de conocimiento, sin embargo, los beneficios que conlleva las cenizas volantes son muy eficientes. De la misma manera, Yapuchura (2019) indicó que el residuo de la quema de carbón llamado cenizas volantes, es un material que se utiliza como sustituto de un porcentaje del cemento para la elaboración de concreto.

La justificación social del Informe de Investigación, es dar a conocer que utilizando las cenizas volantes se contribuye a la no contaminación del medio ambiente y a evitar pérdidas humanas debido a algún acontecimiento telúrico, ya que utilizando las cenizas volantes en la mezcla de concreto se obtiene mejoras en las propiedades mecánicas de la estructura. Por lo tanto, Tagle (2019) indicó que, aplicando la tecnología de sustitución con un porcentaje del cemento a favor de las cenizas volantes, benefician a la sociedad ya que se reutilizará las cenizas volantes y se contribuirá a la no contaminación. Así mismo, Patiño y Venegas (2017) indicaron que, las construcciones que tienen incorporación de cenizas volantes en la mezcla de concreto obtienen una mayor ventaja en las propiedades mecánicas.

La justificación económica del Informe de Investigación, es dar a conocer aplicando la ceniza volante como sustituto de un porcentaje del cemento y como aditivo, influye en la económica de las personas al momento de la compra de materiales para las construcciones de sus viviendas. Por lo tanto, Huamanchumo y Cauchi (2016) indicaron que la sustitución de las cenizas volantes en el cemento genera ahorros significativos a la hora de la compra del material del cemento. Así mismo, Gonzales y Mendoza (2016) comentaron que, uno de los beneficios que se obtiene en la utilización de las cenizas volantes en las mezclas de concreto es el presupuesto económico a la hora de la compra de los materiales.

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de

la investigación fue ¿De qué manera el concreto con incorporación de cenizas volantes influye en el diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿Cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en la resistencia a la compresión del concreto de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020?
- **PE2:** ¿Cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en el análisis estático de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020?
- **PE3:** ¿Cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en el análisis dinámico de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020?
- **PE4:** ¿Cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en el presupuesto de materiales de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020?

El objetivo general fue determinar de qué manera el concreto con incorporación de cenizas volantes influye en el diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Determinar cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en la resistencia a la compresión del concreto de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020
- **OE2:** Determinar cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en el análisis estático de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020
- **OE3:** Determinar cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en el análisis dinámico de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020
- **OE4:** Determinar cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en el presupuesto de materiales de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020

II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo presentamos los antecedentes nacionales e internacionales respectivamente, con el objetivo de sustentar el trabajo de investigación en base a investigaciones ya realizadas poniendo énfasis en las dos variables de estudio. Así mismo, definir teorías relacionadas al tema para generar un mejor aporte a conocimientos ya obtenidos.

Yapuchura (2019) indicó que hoy en día la quema de carbón tiene un efecto negativo para el medio ambiente. Por tal motivo, tiene como objetivo evaluar el incremento de la resistencia y la flexión para losas de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando cenizas volantes en la ciudad de Tacna. Se adicionó la ceniza volante en reemplazo del cemento en un % de 2.5%, 5%, 10% y 15% para roturas a los 7, 14, 28 y 90 días para la resistencia a la compresión. Se concluyó que el % recomendado es el de 5% ya que los resultados a los 28 días se tiene una resistencia a la compresión de 249.2 kg/cm^2 , y con respecto a la resistencia a la flexión de igual manera, con el 5% de cenizas volantes a los 28 días se tiene una resistencia a la flexión de 36.81 kg/cm^2 . Recomendaron usar en un porcentaje de 5% de la ceniza volante como sustituto del cemento o aditivo.

Tagle (2019) expresó que el problema de su investigación se basa en que el sector construcción es uno de los sectores que generan un gran consumo de la industria cementera. El principal objetivo de la investigación es reemplazar el cemento por ceniza volante en porcentajes de 5%, 10% y 15%. Los especímenes de estudio fueron los dados con un porcentaje de 5%, 10% y 15% de ceniza volante con respecto al peso para evaluar la resistencia a la compresión y a la flexión. Se concluyó que el 10% de ceniza volante obtuvo una resistencia de 193.81 kg/cm^2 a los 28 días de fraguado. Recomendó evaluar las propiedades mecánicas de un mortero utilizando ceniza volante como sustituto del agregado fino.

Pajuelo y Ponce (2018) comentaron que el problema medio ambiental que genera la acumulación de las cenizas volantes en los rellenos sanitarios es un peligro medio ambiental. De tal manera, el objetivo es determinar

las propiedades mecánicas del concreto con la adición de un porcentaje de ceniza volante en remplazo del cemento. La metodología empleada es experimental, se analizó el comportamiento del concreto en estado fresco en el estado endurecido agregando 0%, 5%, 10% y 20% de cenizas volantes de carbón en remplazo del cemento, para demostrar el porcentaje óptimo a utilizar. En consecuencia, se concluyó que el % favorable a utilizar es el 10% ya que mejora la resistencia a la compresión y durabilidad a los 28 días de curado. Recomendaron la aplicación en obras de canales, reservorios, etc.

Huaquisto y Belizario (2018) explicaron que los residuos de la ceniza volante son contaminantes y resulta perjudiciales al medio ambiente. De tal manera, tienen como objetivo obtener la dosificación adecuada en las mezclas de concreto adicionando en un porcentaje la ceniza volante en remplazo del cemento. Se elaboró 60 especímenes de prueba con adición de un % de ceniza volante de 0%, 2.5%, 5%, 10% y 15% para determinar el módulo de rotura a los 7, 14, 28 y 90 días. Se concluyó que el porcentaje óptimo es el 5% de ceniza volante, a los 28 días se obtendrá la resistencia de 231 kg/cm² y mayores al 10% reduce la resistencia del concreto a 200 kg/cm² y 192 kg/cm² respectivamente.

Contreras y Peña (2017) indicaron que el problema es la gran contaminación ambiental que genera este residuo industrial proveniente de la quema de carbón. El objetivo es evaluar las dosificaciones de las cenizas volantes en la mezcla de concreto. Estudiaron la resistencia a la compresión y permeabilidad mediante ensayos según NTP 339.034 y la Norma Europea EN 12390-8 en porcentaje de dosificaciones del 1.5 %, 3%, 4.5% y 6% en sustitución de un porcentaje del cemento. Concluyeron que el % de sustitución del 6% de ceniza volante en el cemento es el recomendado, se obtiene una resistencia a la compresión de 241 kg/cm², disminuyendo así el peso de la estructura.

Patiño y Venegas (2017) indicaron que las cenizas volantes presentan una contaminación ambiental si llegan a su disposición final. El objetivo

de la investigación es evaluar las propiedades de resistencia a la compresión, a su vez analizar los costos de producción del concreto. Se elaboró probetas cilíndricas de 10x20cm a los ensayos de resistencia a la compresión, se incrementó en un porcentaje de 10% 20% y 30% de ceniza volante en sustituto del cemento. Se concluyó que a los 28 días de fraguado el 10% de ceniza volante se alcanzó una resistencia de 273.42 kg/cm², con el 20% una resistencia de 252.43 kg/cm² y con el 30% una resistencia de 236.54 kg/cm², viéndose así el más recomendado es el 10% de ceniza volante en sustitución del cemento. Recomendaron evaluar el efecto que puede causar la ceniza volante cuando se le adiciona a la mezcla y no de sustitución al cemento.

Gonzales y Mendoza (2016) comentaron que el problema radica en que Arequipa, y en otras partes del mundo existe poca información acerca de las alternativas para el mejoramiento de las propiedades del concreto. El objetivo es determinar el porcentaje de sustitución parcial del cemento por la ceniza volante (fly ash) y el presupuesto de los materiales siendo el cemento el más empleado. Se realizó ensayos físicos y mecánicos para evaluar las propiedades mecánicas favorables, se realizó la prueba con un % de ceniza volante de 0%, 10%, 20% y 30%. Se concluyó que a él % recomendado de sustitución es un 10% de la ceniza volante en remplazo del cemento, a los 56 días la mezcla con una resistencia de 210 kg/cm² con el cemento Yura tipo IP y una sustitución del 10% tuvo una resistencia de 272.2 kg/cm² y con el cemento Yura tipo V se obtuvo una resistencia de 332.2 kg/cm², a su vez el presupuesto de los materiales por m³ es de S/.322.66.

Huaquisto (2015) comentó que el problema medio ambiental abarca desde el momento en que se desecha las cenizas volantes al aire libre. Por tal motivo, se tuvo como objetivo determinar qué efectos positivos o negativos conlleva la utilización de las cenizas volantes en sustitución del cemento como un porcentaje en remplazo del cemento. Se realizó adiciones de ceniza volante en la mezcla de concreto con un 2.5%, 5%, 10% y 15% para roturas a los 7, 14 y 28 días. Concluyó que a los 28

días se obtuvo que con un 0% y 2.5% una resistencia de 221 kg/cm², con el 5% se obtuvo una resistencia de 231 kg/cm², con el 10% se obtuvo una resistencia de 200 kg/cm² y con el 15% se obtuvo una resistencia de 192 kg/cm², viéndose así el % adecuado de ceniza volante es entre un rango de 3% al 6%.

Huamanchumo y Caushi (2013) indicaron que el problema de investigación son los residuos industriales que provocan una gran demanda de recursos y materias primas para su combustión. Tienen como objetivo general determinar la combinación de ceniza para remplazar en un porcentaje del cemento portland. Elaboraron 5 probetas para determinar la resistencia a la compresión en 7 días y 28 días de curado en un porcentaje de 10%, 20% y 30% de ceniza volante en sustituto del cemento. Concluyeron que con un porcentaje de 30% de ceniza volante en sustituto del cemento y calcinado a 500°C presentó menor permeabilidad y mayor resistencia a los 28 días de curado. Recomendaron evaluar las propiedades mecánicas en un tiempo de curado mayor a los 28 días.

Tobón, Restrepo y Payá (2013) indicaron que el problema de investigación radica que hoy por hoy el crecimiento poblacional está incrementando de manera exponencial. El objetivo es determinar el porcentaje de adición de nanopartículas al cemento portland y el presupuesto de los materiales. El diseño metodológico abarca la revisión y observación de revistas, libros y artículos para evaluar el desempeño físico y mecánico de los cementos adicionando en un porcentaje el humo del sílice, escorias de alto horno y las cenizas volantes. Concluyeron que la adición de nanopartículas en un porcentaje menor del 5% del cemento portland mejora la resistencia a la compresión, reduce el grado de cristalinidad y el presupuesto de los materiales empleados para una edificación disminuyen en especial el cemento.

Cárdenas (2019) tiene como objetivo realizar el análisis y diseño de los elementos estructurales de una vivienda unifamiliar de concreto armado

de cinco pisos. El diseño metodológico empleado es mediante el análisis documental obtenido del RNE. Concluyó que el predimensionamiento, metrados de cargas, el análisis sísmico y el diseño estructural del edificio cumplieron todos los parámetros establecidos. Comentaron que los elementos estructurales verticales tuvieron una distribución simétrica para evitar irregularidades de torsión en planta.

Barreto y Mendoza (2015) indicaron que tienen como objetivo realizar el análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda unifamiliar en el departamento de Trujillo. Para la elaboración del diseño estructural como primer paso se evaluó la capacidad portante del suelo, como segundo paso se procedió a estructurar y predimensionar los elementos estructurales, como tercer punto determinar el análisis sísmico de la estructura, como cuarto punto el análisis y diseño de los elementos estructurales y como último la elaboración de planos estructurales. Concluyeron que las derivas mediante el Etabs fueron de 0.007503 en X y 0.000447 en Y.

Sulca y Condori (2018) comentaron que el departamento de Arequipa la población va aumentando considerablemente, por ello es necesario construir edificaciones unifamiliares que sean económicos, resistentes y que la ejecución sea rápida y manejable debido a la zona sísmica en que se encuentra. Tienen como objetivo realizar un diseño estructural dual, para una edificación de 7 pisos en el distrito de Cerro Colorado. Se realizó el modelado del edificio en 3D con el programa Etabs 2016. Concluyeron que en un diseño estructural dual tiene la ventaja que se puede reubicar los elementos estructurales con el fin de minimizar los efectos torsores. Recomendaron que en ambas direcciones (X y Y) se coloque muros para evitar problemas de torsión en la edificación.

Mendez y Díaz (2019) comentaron que la autoconstrucción de las viviendas hoy en día se ha convertido en un problema nefasto debido al crecimiento poblacional que viene teniendo el país de Perú. Tienen como objetivo diseñar una edificación de 4 niveles en el distrito de San Juan de Lurigancho. Se realizó el diseño estructural sismorresistente el cuál será el óptimo para minimizar movimientos telúricos, cumpliendo con la

filosofía de un diseño sismorresistente. Concluyeron que la estructuración de los elementos estructurales fue el adecuado, el diseño estructural garantizó buenos resultados y el análisis dinámico fue de acuerdo a la Norma peruana E.030. Recomendaron utilizar softwares para minimizar el tiempo empleado en cálculos complejos que demanda realizar un diseño de una estructura.

Pozo (2019) tiene como objetivo realizar un diseño estructural y sísmico de concreto armado de 6 niveles ubicado en el distrito de Surco, Lima. El diseño empieza desde el predimensionamiento de los elementos estructurales y el análisis sísmico en el cual los resultados debes mantener los límites de la N.T.E. E.030. Concluyeron que en base al diseño estructural ya establecido y realizado buscar proporcionar rigidez, resistencia y ductilidad a una estructura. Recomendaron usar las fórmulas ya establecidas para un mejor predimensionamiento.

Cárdenas (2019) indicó que las normas empleadas del Reglamento Nacional de Edificaciones para un diseño estructural de un edificio unifamiliar de concreto armado de cinco pisos son los siguiente: E.020, E. 030, E.050 y E.060.

Morales (2014) indicó que los predimensionamientos mínimos para los elementos estructurales son los siguiente:

- a) El predimensionamiento de losas aligeradas se realiza por control de deflexiones. La norma E-060 Concreto Armado, indica que con una $s/c < 300\text{kg/m}^2$ y luces menores a 7,5m se recomienda un peralte H siendo $H > L/25$.
- b) El predimensionamiento mínimo de las vigas peraltadas H es igual a la $Luz/10$ o $Luz/1$. Del mismo modo, el ancho de la sección de la viga debe tener como mínimo el 30% o 50% del peralte de la viga.
- c) El predimensionamiento mínimo de las vigas chatas es el mismo valor obtenido del predimensionamiento de las losas aligeradas. Así mismo, el ancho de la viga chata se predimensiona con la misma dimensión obtenido del peralte de la viga chata.

d) El predimensionamiento para las columnas que forman parte de un pórtico, teniendo en cuenta que tiene una relación con la carga axial en servicio ($P_{servicio}$) y con la resistencia del concreto (f_c'), obteniendo así la siguiente formula: $Area\ de\ columna = P_{servicio} / 0.35f_c'$.

Gonzales y Mendoza (2016) indicaron que las cenizas volantes es una de las alternativas para mejorar la mezcla del concreto. Así mismo, las cenizas volantes son residuos de la combustión del carbón de la madera, obteniendo así las cenizas volantes.

Intor (2015) comentó que, en las industrias de las construcciones civiles, el concreto es una mezcla de agregados conglomerados entre sí para ser utilizados en diversos proyectos de construcciones. Así mismo, Paredes (2019) explicó que, el concreto es muy habitual que se encuentre en estructuras de concreto armado, generalmente en las columnas y vigas muros ya que son los principales en dar estabilidad y ductilidad a la estructura.

Flores (2018) indicó que en las industrias de las construcciones civiles es uno de los componentes más importante es el concreto. Además, Holcin (2017) propone que las mezclas de los concretos es la unión de agregados, cementos y agua, que se solidifica en contacto con el aire.

Tabla 1. Fórmulas para el diseño

| Fórmulas para el diseño | |
|---|--|
| $C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T} \right); C \leq 2,5$ | Factor de amplificación sísmica |
| $Q = \frac{ZUSC}{R} P$ | Cortante basal |
| $S_a = \left(\frac{ZUSC}{R} g \right)$ | Aceleración espectral |
| $\delta = \left(\frac{ZUSC}{R} g \right) \left(\frac{3}{4} R \right)$ | Desplazamientos inelásticos |
| $\Delta = \frac{\delta}{h_i}$ | Distorsión de entrepiso |
| $T < T_p \quad C = 2,5$ $T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T} \right)$ $T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$ | Factor de amplificación sísmica (C) |
| $R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$ | Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas |

El estudio de mecánica de suelos fue mediante recolección de datos de una obra aledaña a la Avenida Velasco Astete, lugar donde se encuentra ubicado nuestro proyecto N°0433

Para determinar la capacidad admisible del terrero, se contemplará:

- Los parámetros de resistencia, profundidad y tipo de cimentación empleado en la estructura.
- Las capacidades admisibles.

Para ello se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio según la Norma ASTM.

- Análisis granulométrico por tamizado.
- Límites de Atterberg.
- Clasificación SUCS.
- Ensayo químico sulfato.
- Ensayo de corte directo.

La evaluación de campo y los resultados de laboratorio realizado a las 10 calicatas y teniendo 20 muestras extraídas, se ha permitido identificar las características físicas y de resistencia del suelo de fundación, presentándose lo siguiente:

Superficialmente se registró relleno limo arenoso (ML) y arena limosa (SM), grava 10.80%, arena 37.99% y finos 51.22%, color beige, húmedo, presencia de grava sub-redondeada T.M. 1" en 15%, hasta una profundidad máxima de 1.40m.

Finalmente presenta el suelo de fundación, grava bien graduada con limo y arena GP y grava limosa con arena GM, grava 70.68%, arena 22.44% y finos 6.88%, color beige, húmedo, compactación media, presencia de gravas sub-redondeadas T.M. 3" en 15% y T.M. 4" en 20%, posteriormente presenta bolonería T.M > 40cm, hasta los 3.00 m de profundidad.

Ilustración 1. Perfil estratigráfico



Para determinar la capacidad admisible de carga por corte Terzaghi-Vesic se empleó la siguiente ecuación:

$$q_u = S_c * c' * N_c + S\gamma \frac{1}{2} * \gamma_1 B N_\gamma + S q \gamma_2 D_f * N_q \quad \text{Ecuación 1}$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s} = 4.39 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Ecuación 2.}$$

III. MÉTODOLÓGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El Informe de Investigación es de propósito aplicada. Al respecto, Hernández, Fernández y Baptista (2014) indicó que, la investigación aplicada se conoce desde inicio el problema principal de la investigación y se aporta soluciones innovadoras a la comunidad que lo requiera. En consecuencia, el Informe de Investigación presente es aplicada ya que, en base al problema principal ya establecido desde inicio, siendo la gran contaminación que generan las cenizas volantes al llegar a su disposición final, se aportará soluciones para contribuir con la sociedad y el medio ambiente. Así mismo, proponer como alternativa la incorporación de las cenizas volantes como material sustitutorio en un porcentaje del cemento para mitigar la contaminación y reducir el costo en la compra del insumo (cemento).

El Informe de Investigación según la profundidad es descriptivo. Así mismo, Hernández *et al.* (2014) comento que, la investigación descriptiva se encarga de describir algún acontecimiento presentado, situaciones presentadas sin influir sobre algún sujeto. En base a ello, el Informe de Investigación es descriptivo ya que se describirá cada uno de las variables, dimensiones, indicadores en estudio sin fomentar ninguna alteración en base a los datos obtenidos del análisis documental.

El Informe de Investigación es explicativo. De tal modo Hernández *et al.* (2014), indico que, la investigación explicativa no solo busca describir algún acontecimiento, sino que también se encarga de explicar la relación causal, explicar el porqué de las cosas. En consecuencia, el Informe de Investigación es explicativo porque en base a la obtención de datos obtenidos del análisis documental se explicará las causas que origina hacer un diseño sismorresistente con ceniza volante y posteriormente a ello se realizará un diseño en base a todos los parámetros ya establecidos.

El Informe de Investigación tiene un enfoque cuantitativo. De tal manera, Hernández *et al.* (2014) comentó que, la investigación cuantitativa tiene un orden riguroso y no se puede omitir pasos, utiliza la recolección de datos para probar los objetivos basándose en la estadística, con el fin de probar las teorías. En consecuencia, el Informe de Investigación presente es cuantitativa ya que se recolectó datos mediante el análisis documental para así aprobar o refutar los objetivos mediante el programa estadístico MATHCAD 15. Así mismo, en análisis documental se redactó en el Software de programación Excel para procesar los datos y obtener resultados numéricos.

3.1.2. Diseño de investigación

El Informe de Investigación es de diseño no experimental. Así mismo, Hernández *et al.* (2014) explicó que, este tipo de diseño no se manipula ninguna de las variables de estudio, y se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural. En base a ello, el Informe de Investigación es no experimental ya que no se manipulará ninguna de las variables de estudio, en base a la observación documental se obtendrán los datos y se realizará un diseño bajo los parámetros ya establecidos en base a las fuentes de información recolectada.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variable independiente

Paredes y Chauma (2019) indicaron que el diseño sismorresistente es una serie de cálculos necesarios para la construcción de edificaciones apoyándose en teorías específicas o parámetros ya estipulados, mediante la tecnología y el uso de software se puede mejorar los diseños para evitar el menor daño ante un evento telúrico.

3.2.2. Variable dependiente

Farfan (2018) indicó que el concreto con incorporación de cenizas volantes es una mezcla convencional de concreto, se utiliza una adicción

de cenizas volantes en diversas dosificaciones, las cuales tendrá una mejor respuesta a los comportamientos mecánicos.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Hernández *et al.* (2014) indicó “La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”. (p.174)

En consecuencia, la población de estudio es la Vivienda unifamiliar de cinco pisos, utilizando estructuras aporticadas y placas de concreto incorporando cenizas volantes a la mezcla de concreto

3.3.2 Muestra

Hernández *et al.* (2014) indicó “La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”. (p.174)

En consecuencia, la muestra está formada por el comportamiento sísmico de la estructura utilizando concreto con incorporación e cenizas volantes en la mezcla de la vivienda unifamiliar en el distrito de Surco.

3.3.3 Unidad de análisis

Hernández *et al.* (2014) comentó que la unidad de análisis se centra en las personas o elementos que tienen la misma característica y que fueron sujeto de investigación. Por lo tanto, los sujetos de estudio del Informe de Investigación es la vivienda unifamiliar de cinco pisos.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Hernández *et al.* (2014) explicó que, en una investigación cuantitativa las técnicas de recolección de datos son diversos, por ejemplo, encontramos las encuestas, entrevistas, la observación, análisis documental, etc. Al respecto, la técnica empleada para la recolección de datos en el Informe de Investigación es el análisis documental.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Hernández *et al.* (2014) precisó que, los instrumentos de recolección de datos es un recurso que registra información de manera digital o física,

por ejemplo, los cuestionarios, listas de cotejo, video filmadora, guía de entrevista, guía de observación o ficha de investigación, ficha de recolección de datos, etc. Por lo tanto, el instrumento empleado en el Informe de Investigación es la ficha de recolección de datos.

3.4.3. Validez y confiabilidad del instrumento

A. Validez de contenido

El instrumento cuenta con una validez de contenido. Hernández *et al.* (2014) indicó que la validez de contenido del análisis documental es la ficha de recolección de datos, el cual cuenta con un dominio del tema. En consecuencia, todo el contenido que se encuentra en la ficha de recolección de datos es en base de investigaciones de artículos de revistas indizadas, libros y tesis en ese orden de prioridad.

B. Confiabilidad

Hernández *et al.* (2014) indicó que, la confiabilidad es el grado de medición de un instrumento y los resultados debe ser exactos y precisos en el sentido de que si aplicamos numerosas veces el instrumento se obtenga resultados iguales. Al respecto, el instrumento que es la ficha de recolección de datos es confiable gracias

3.5 Procedimientos

Para la recolección de datos del presente Informe de Investigación, se procedió con la búsqueda de diferentes revistas indizadas, artículos científicos, libros y tesis en base a las 2 variables de estudio correspondientes, se utilizó el internet como una herramienta de investigación. Para ello la información obtenida fue de acuerdo a las dos variables de estudio, siendo estas el diseño sismorresistente y el concreto con incorporación de cenizas volantes, en base a la variable dependiente se obtuvo los siguientes datos del 5%, 10%, 15% como valores de suma importancia para el diseño de mezcla.

3.6 Método de análisis de datos

Después de obtener la recolección de datos, se procedió a incorporar los datos al software de programación Excel, para ello se elaboró un cuadro comparativo con los siguientes contenidos: los títulos del estudio, el porcentaje de ceniza, la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado y la resistencia a la compresión del concreto patrón. Después de ello, los datos se llevaron al programa estadístico Mathcad, para así obtener el diseño de mezcla óptima a emplear en el modelamiento con el software Etabs.

3.7 Aspectos éticos

De acuerdo al código de ética del colegio de Ingenieros del Perú indicaron que, los ingenieros deben fomentar la buena conducta teniendo en cuenta la integridad del honor de la profesión, se debe mantener la información de otros autores debidamente citado con el estilo APA. Así mismo, nosotros nos comprometemos verazmente a respetar las autorías de las fuentes de información, cumplir los principios éticos del colegio de Ingenieros, cumplir con el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo y la escuela profesional Ingeniería Civil

IV. RESULTADOS

4.1. Resultado en base al objetivo específico 1

-El concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente en la resistencia a la compresión del concreto de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020.

-El concreto con incorporación de cenizas volantes NO se relaciona considerablemente con resistencia a la compresión del concreto de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020.

| F | F0 |
|---------------------------|--|
| $qF(0.95, 2, 27) = 3.354$ | 8.27 % de cenizas de cenizas volantes es significativa |
| $qF(0.95, 2, 27) = 3.354$ | 49.872 Los días de curado son significativos |
| $qF(0.95, 4, 27) = 2.728$ | 3.986 Interaccion es significativa |

Ilustración 2. Anova, resultados estadístico de Mathcad

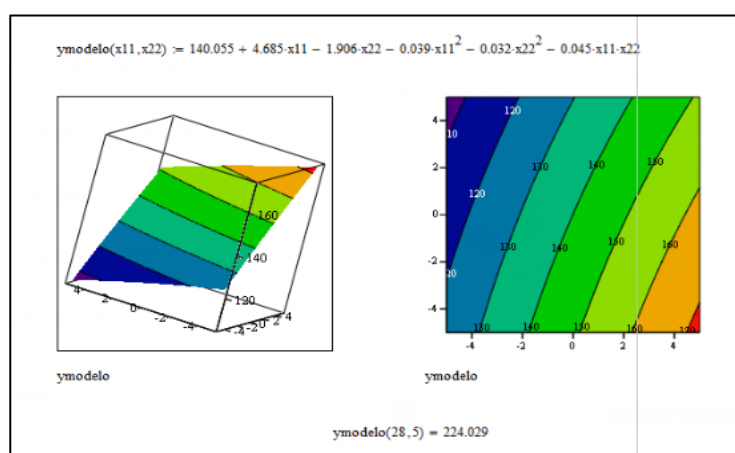


Ilustración 3. Interacción de la cenizas y días de curado para obtener la resistencia óptima para el diseño

INTERPRETACIÓN: Según la ilustración 1 y 2, describen el grado de interacción que tiene los días de curado del concreto con el porcentaje de sustitución de cenizas volantes. Aplicando el 5% de cenizas volantes a la mezcla de concreto y previa evaluación a los 28 días de curado, se obtiene una resistencia de 224.039 kg/cm² a comparación de una mezcla de concreto patrón. Seguidamente podemos concluir que el concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con la resistencia a la compresión del concreto de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020.

4.2. Resultado en base al objetivo específico 2

-El concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con el análisis estático de una vivienda unifamiliar en el distrito de surco-2020.

-El concreto con incorporación de cenizas volantes NO se relaciona considerablemente en el análisis estático de una vivienda unifamiliar en el distrito de surco-2020.

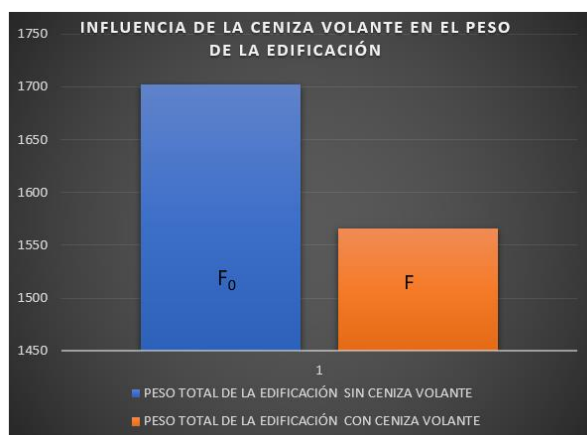


Ilustración 4. Influencia de la ceniza volante en el peso de la edificación

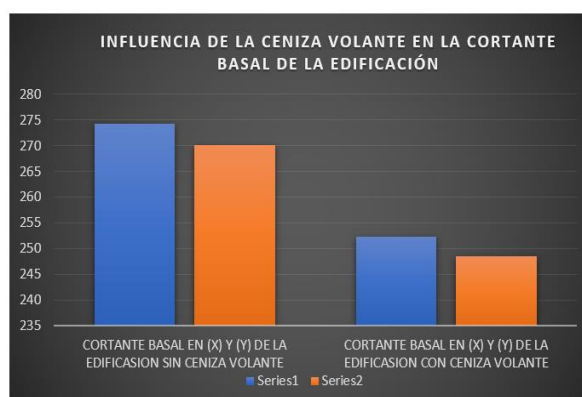


Ilustración 5. Influencia de la ceniza volante en la cortante basal de la edificación

INTERPRETACIÓN: El peso total de la edificación con el 5% de cenizas volantes es de 1565.70Tn, y sin cenizas volantes es de 21701.85 Tn, se acepta a la ceniza volante como sustituto del cemento y aditivo en el porcentaje del 5%, además quiere decir que las cenizas volantes reducen las fuerzas sísmicas en la base de la edificación. Seguidamente podemos concluir que el concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con el análisis estático de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020.

4.3. Resultado en base al objetivo específico 3

-El concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con el análisis dinámico de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020.

-El concreto con incorporación de cenizas volantes NO se relaciona considerablemente en el análisis dinámico de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020.

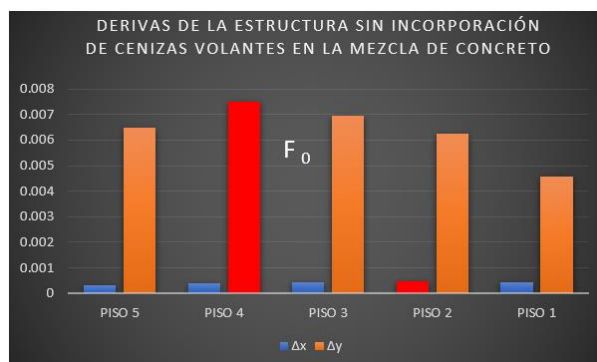


Ilustración 6. Derivas en la dirección X y Y en la estructura SIN cenizas volantes

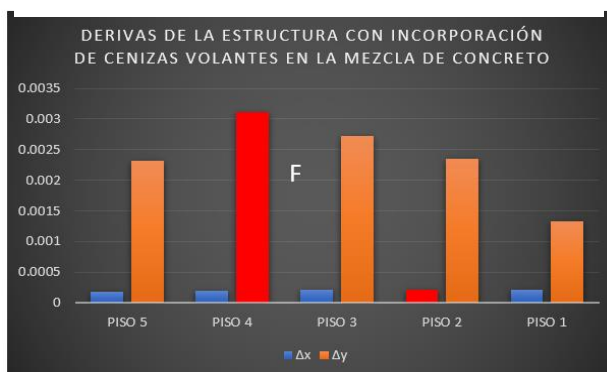


Ilustración 7. Derivas en la dirección X y Y en la estructura CON cenizas volantes

INTERPRETACIÓN: Utilizando cenizas volantes en el diseño sísmico de la estructura, se modificó las propiedades del concreto, por ende, se obtuvo una estructura rígida, la cual al ser evaluado por el programa Etabs se obtuvieron valores conservadores para la estructura a diseñar según el Reglamento Nacional de Edificaciones E-030, se obtuvo como resultado valores mínimos de derivas en las direcciones X y Y siendo 0.003109 para X y 0.000222 para Y y sin cenizas volantes se obtuvo derivas de 0.007503 en X y 0.000447 en Y . Seguidamente podemos concluir que el concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con el análisis dinámico de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020.

4.4. Resultado en base al objetivo específico 4

-El concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con el presupuesto de materiales de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020

-El concreto con incorporación de cenizas volantes NO se relaciona considerablemente con el presupuesto de materiales de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020

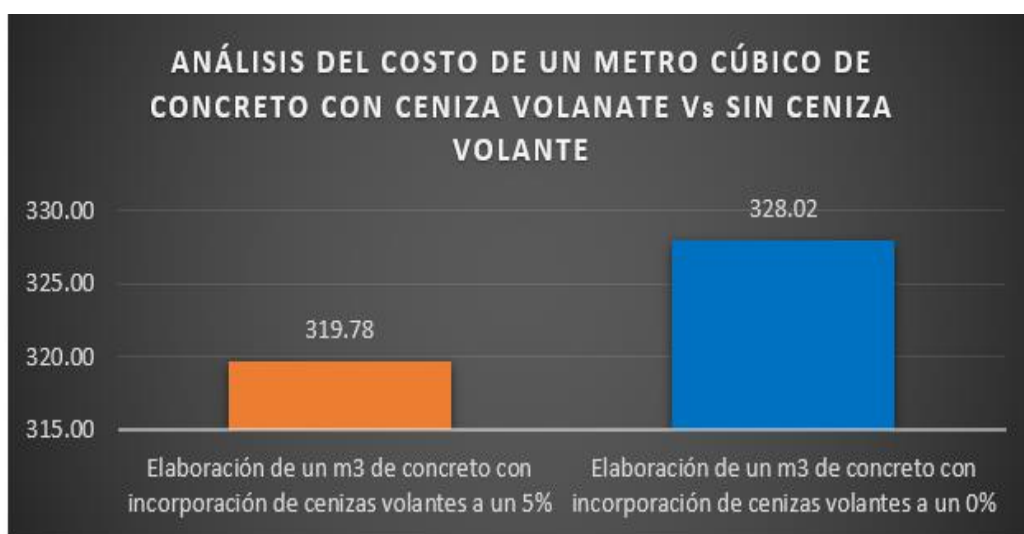


Ilustración 8. Análisis de costo de un metro cúbico de concreto con cenizas volantes y sin cenizas volantes

INTERPRETACIÓN: Se llevó a cabo el análisis de costos unitarios para la elaboración de la mezcla de concreto con resistencia de 210 kg/cm², para la cual se obtuvo como resultado que el precio de un m³ de concreto con 5% de cenizas volantes como sustituto del cemento es de S/.319.78 a comparación de una mezcla de concreto convencional sin incorporación de cenizas obteniéndose el precio de S/.328.02. Seguidamente podemos concluir que el concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con el presupuesto de materiales de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020.

4.5. Resultado en base al objetivo general

-El concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con el diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020

-El concreto con incorporación de cenizas volantes NO se relaciona considerablemente con el diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020.



Ilustración 9. Influencia del concreto con incorporación de cenizas volantes en el diseño sismorresistente

INTERPRETACIÓN: Utilizando cenizas volantes en la mezcla de concreto como sustitución del cemento del 5%, se obtuvo resultados favorables tanto en la resistencia del concreto como también en el peso de la edificación, por ende, se obtendrán repercusiones en las fuerzas cortantes de la estructura, reduciendo los desplazamientos en las direcciones X y Y, obteniendo una estructura más rígida y segura, a su vez, se obtuvo el beneficio costo en el presupuesto de los materiales.

Seguidamente podemos concluir que el concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con el diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar sismorresistente en el distrito de Surco-2020.

V. DISCUSIÓN

Una vez realizado los cálculos y el análisis de la edificación de todos los elementos para realizar un diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco, con la adición de cenizas volantes como sustituto del cemento a la mezcla de concreto, para ello mediante el programa estadístico Mathcad se determinó la resistencia del concreto a emplear, posterior a ello se realizó el predimensionamiento, el metrado de cargas, la carga sísmica de acuerdo al RNE E.30 y la cortante basal, todo ello se realizó de manera manual y con ayuda del software de modelación Etabs 2016, en base a ello se obtuvieron los resultados ya mencionados anteriormente para ser comparados con los resultados de los antecedentes mencionados en el capítulo 2.

5.1. Según el objetivo específico 1, “El concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con la resistencia a la compresión del concreto de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020”. Aplicando el 5% de cenizas volantes a la mezcla de concreto y previa evaluación a los 28 días de curado, se obtiene una resistencia de 224.039 kg/cm a comparación de una mezcla de concreto patrón.

El antecedente considerado, según Contreras y Peña (2017) coincide en asegurar una relación directa entre las variables estudiadas: El concreto con incorporación de cenizas volantes y la resistencia a la compresión del concreto, la relación que se encuentra en la siguiente tesis con respecto a nuestro Informe de Investigación es, que Contreras y Peña comentaron que con un 6% de cenizas volantes se obtuvo una resistencia a la compresión de 241 kg/cm², a su vez, nosotros concluimos que con un 5% de cenizas volantes se obtuvo una resistencia de 224.039 kg/cm². Ambos tesisistas concluimos que a través de la incorporación de cenizas volantes como sustituto del cemento en la mezcla del concreto influye considerablemente en la resistencia a la compresión del concreto de, una vivienda unifamiliar sismorresistente, obteniendo así una estructura más duradera y segura.

5.2. Según el objetivo específico 2, “El concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente en el análisis estático de una

vivienda unifamiliar en el distrito de surco-2020". Aplicando el 5% de cenizas volantes a la mezcla de concreto se obtiene una reducción del peso de una estructura llegando a ser de 1565.70Tn, a su vez se reducen las fuerzas sísmicas en la edificación.

El antecedente considerado, según Pozo (2019) coincide en asegurar que hay una relación directa entre las variables estudiadas: El concreto con incorporación de cenizas volantes y el análisis estático. La relación que se encuentra en la siguiente tesis con respecto a nuestro Informe de Investigación es que Pozo indicó que en el análisis estático al momento de calcular las cargas de la estructura se obtuvo un peso de la edificación total de 21701.85 Tn, a su vez, nosotros concluimos que con una incorporación de 5% de ceniza volante en la mezcla de concreto se obtuvo un peso total de la estructura de 1565.70Tn. Ambos tesisistas concluimos que sin incorporación de cenizas volantes en la mezcla de concreto se obtiene un peso superior de la estructura a comparación de la estructura que contiene es su mezcla de concreto cenizas volantes.

5.3. Según el objetivo específico 3, "El concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente en el análisis dinámico de una vivienda unifamiliar en el distrito de surco-2020". Aplicando el 5% de cenizas volantes a la mezcla de concreto se obtiene valores conservadores para la estructura a diseñar según el Reglamento Nacional de Edificaciones E-030, se obtuvo como resultado valores mínimos de derivas en las direcciones X y Y siendo 0.003109 para X y 0.000222 para Y.

El antecedente considerado, según Barreto y Mendoza (2015) coinciden en asegurar que hay una relación directa entre las variables estudiadas: El concreto con incorporación de cenizas volantes y el análisis dinámico. La relación que se encuentra en la siguiente tesis con respecto a nuestro Informe de Investigación es que Barreto y Mendoza (2015) concluyeron que las derivas obtenidas del programa Etabs fue de 0.007503 en X y 0.000447 en Y, mientras que nosotros concluimos que al incorporar cenizas volantes en un 5% a la mezcla del concreto como sustituto del cemento se obtiene las siguientes derivas tanto para X como para Y, siendo 0.003109 para X y 0.000222 para Y, esto indica

que los desplazamientos, velocidades y deformaciones son inferiores al de una estructura que en sus elementos estructurales de concreto no lleva cenizas volantes.

5.4. Según el objetivo específico 4, “El concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente en el presupuesto de los materiales de una vivienda unifamiliar en el distrito de surco-2020”. Aplicando el 5% de cenizas volantes a la mezcla de concreto en una mezcla patrón de 210 kg/cm² se obtuvo como resultado que el precio de un m³ de concreto es de S/.317.73.

El antecedente considerado, según Gonzales y Mendoza (2016) coinciden en asegurar que hay una relación directa entre las variables estudiadas: El concreto con incorporación de cenizas volantes y el presupuesto de materiales para la elaboración del concreto. La relación que se encuentra en la siguiente tesis con respecto a nuestro Informe de Investigación es que Gonzales y Mendoza (2016) concluyeron que el costo de los materiales para la elaboración de la mezcla del concreto por m³ fue de S/.322.66, mientras que nosotros concluimos que con la incorporación del 5% de cenizas volantes en la mezcla de concreto se obtuvo por m³ un presupuesto de S/.317.73.

5. Según el objetivo general, “El concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente en el diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar en el distrito de surco-2020”. Aplicando el 5% de cenizas volantes a la mezcla de concreto se obtuvo resultados favorables tanto en la resistencia del concreto como también en el peso de la edificación, por ende se obtendrán repercusiones en las fuerzas cortantes de la estructura, reduciendo los desplazamientos en las direcciones X y Y, obteniendo una estructura más rígida y segura, a su vez, se obtuvo el beneficio costo en el presupuesto de los materiales.

El antecedente considerado, según Méndez y Díaz (2019) coinciden en asegurar que hay una relación directa entre las variables estudiadas: El concreto con incorporación de cenizas volantes y el diseño sismorresistente. La relación

que se encuentra en la siguiente tesis con respecto a nuestro Informe de Investigación es que Méndez y Díaz (2019) concluyeron que en el Perú es un país que se encuentra propenso a movimientos telúricos constantemente, por ello comentaron que se debe aplicar la norma E-030 y E-020 en el diseño de una edificación para que esta se resistente y segura, mientras que nosotros concluimos que con el 5% de cenizas volantes en la mezcla de concreto como sustituto del cemento se obtiene diversas ventajas como, el aumentando de la resistencia, disminuye el peso de la edificación, reduce el desplazamiento, velocidades y aceleraciones de la estructura y como punto principal, reduce el presupuesto de los materiales para la elaboración del concreto.

VI. CONCLUSIONES

1. Aplicando el 5% de cenizas volantes a la mezcla de concreto y previa evaluación a los 28 días de curado, se obtiene una resistencia de 224.039 kg/cm² a comparación de una mezcla de concreto patrón. Seguidamente concluimos que el concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con la resistencia a la compresión del concreto de una vivienda unifamiliar sismorresistente en el distrito de Surco-2020.

2. El peso total de la edificación con el 5% de cenizas volantes es de 1565.70Tn. Seguidamente concluimos que el concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con el análisis estático de una vivienda unifamiliar sismorresistente en el distrito de Surco-2020.

3. Utilizando cenizas volantes en el diseño sísmico de la estructura, se modificó las propiedades del concreto, por ende, se obtuvo como resultado valores mínimos de derivas en las direcciones X y Y siendo 0.003109 para X y 0.000222 para Y y sin cenizas volantes se obtuvo derivas de 0.007503 en X y 0.000447 en Y. Seguidamente concluimos que el concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con el análisis dinámico de una vivienda unifamiliar sismorresistente en el distrito de Surco-2020.

4. Se llevó a cabo el análisis de costos unitarios para la elaboración de la mezcla de concreto con resistencia de 210 kg/cm², para la cual se obtuvo como resultado que el precio de un m³ de concreto con 5% de cenizas volantes como sustituto del cemento es de S/.317.73. Seguidamente concluimos que el concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con el presupuesto de materiales de una vivienda unifamiliar sismorresistente en el distrito de Surco-2020.

5. Utilizando cenizas volantes en la mezcla de concreto como sustitución del cemento del 5%, se obtuvo resultados favorables tanto en la resistencia del concreto como también en el peso de la edificación, por ende, se obtendrá

repercusiones en las fuerzas cortantes de la estructura, reduciendo los desplazamientos en las direcciones X e Y, obteniendo una estructura más rígida y segura, a su vez, se obtuvo el beneficio costo en el presupuesto de los materiales. Seguidamente podemos concluir que el concreto con incorporación de cenizas volantes SI se relaciona considerablemente con el diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar sismorresistente en el distrito de Surco-2020.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer un estudio detallado de las cargas vivas y cargas muertas para obtener el valor real del peso de la edificación, ya que de ello dependerá el análisis sísmico y el comportamiento evaluado en el programa Etabs 2016, tener en cuenta que en el programa solo se insertan datos obtenidos mediante cálculos manuales hechos por el diseñador.
2. Se recomienda hacer ensayos de resistencia del concreto con incorporación de cenizas volantes en la mezcla para poder determinar el valor real a la compresión del concreto utilizando dosificaciones diferentes de 5%, 10% y 15%.
3. Se recomienda hacer un análisis más profundo de las propiedades del concreto con incorporación de cenizas volantes para otro tipo de obras como infraestructura vial, obras hidráulicas, etc.
4. Se recomienda el uso de las cenizas volantes para así contribuir con el impacto ambiental. Asu vez, mejorar las características del concreto para que sean más resistentes, durables y a costos accesibles.
5. Para el sistema de muros de ductilidad limitada recomendamos proveer a la estructura de una adecuada concentración de muros en ambas direcciones, para evitar la excentricidad debido a que esta cauca torsión a la edificación.

REFERENCIAS

Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. (6 ed.) Venezuela: Editorial Episteme.

Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. México: Editorial Shalom.

Borjas, M. (2016). *Metodología de la investigación para ingenieros*. Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Blanco, A. (2007). *Estructuración y diseño de edificios de concreto armado* (2 ed.) Lima, Perú: Capítulo de Ingeniería Civil.

Cardenas, O. A. (2019). *Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos*. (Tesis de pregrado, Universidad pontifica Católica del Perú, Lima, Perú).

Cama, M. (2017). *Análisis de las características mecánicas del concreto convencional usando agregado global del río Bado Huamachuco-La Libertad y aditivo Chema 3* (Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú).

Contreras K., y Peña V. (2017). *Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla* (Tesis de pregrado, Universidad privada del Norte, Trujillo, Perú).

Cruz, I. A. y Dieguez, V. S. (2015). *Análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sismorresistente en la urbanización Soliluz– Trujillo* (Tesis de pregrado, Universidad Privada Anteonor Orrego, Trujillo, Perú).

De La Cruz y Pinedo (2019). *Comportamiento sísmico de un sistema aporticado utilizando poliestireno expandido en el concreto, Trujillo – La Libertad* (Tesis de grado, Universidad Cesar vallejo, Perú Lima).

Escobar, A. (2013). *Efecto del uso de ceniza volante en el proceso de agrietamiento del concreto por corrosión del acero de refuerzo* (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México).

Ferreyro, A. & Longhi, A. L. D. (2014). *Metodología de la investigación II*. Córdoba, Argentina: Encuentro Grupo Editor.

Gonzales, Paula, Y. y Mendoza, I. (2016). *Evaluación de las propiedades del concreto fresco y endurecido con el uso de las cenizas volantes como sustitución parcial del cemento en la ciudad de Arequipa* (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú).

Garcia, J.M. (2015). *Ecología y medio ambiente*. Loja, Ecuador: Ediloja.

Gonzales, J. A., Rodriguez, J.A., Moreira, O.J, Guillermo, G., Gonzales, J. C. (2013). El rol de las puzolanas naturales en el mejoramiento de la durabilidad del concreto reforzado. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica*, 1, 1-96.

Guevara, I. S. y Vera, E. A. (2013). *Diseño de un edificio de concreto armado de 6 pisos con semisótano para un hotel-restaurant-ubicado en el distrito de nuevo Chimbote, provincia Santa* (Tesis de pregrado, Universidad Privada Anteonor Orrego, Trujillo, Perú).

Hugarte, W. V. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones* (10 ed.) Lima, Perú: Fondo Editorial I.C.G.

Huaquisto, S. y Belizario, G. (2018). Use of the flying ash in the dosing of the concrete as a substitute for the cement [Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento]. *Revista de Investigaciones Altoandinas* 20 (2), 225-234.

Huallasquiche, M.A. (2018). *Gestión ambiental y desarrollo sostenible en la municipalidad distrital de Pueblo Nuevo en el año 2018* (Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú).

Huapaya, R. E. (2017). *Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no línea* (Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú).

Huaquisto, S. (2015). Effect of fly ash concrete strength under natural weather [Efecto de la ceniza volante en la resistencia del concreto en condiciones de clima natural]. *Revista Científica Investigación Andina*, 15(1), 58- 67.

Hernandez, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). México: McGraw-Hil.

Huamanchumo, J. y Zambrano, W. R. (2013). *Usos de las cenizas activadas del carbón proveniente de los calderos industriales, como sustituto parcial del cemento para fabricar mortero de cemento portland* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú).

Intor, C. E. (2015). *Resistencia a la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm² con fibras de cenizas volantes* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú).

Lorca, P. (2014). —*Efecto de la adición de hidróxido cálcico sobre mezclas con alta sustitución de cemento por ceniza volante* (Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España).

Mendez, K. M. y Díaz, O. O. (2019). *Diseño estructural sismorresistente de un edificio de cuatro niveles en concreto armado* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú).

Mariluz, M. V. y Ulloa, J. J. (2018). *Uso de las cenizas volantes de carbón excedentes de la central termoeléctrica Ilo21 – Moquegua como adición para mejorar las propiedades del concreto: resistencia a la compresión, absorción, manejabilidad y temperatura* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú).

Morales, R. (2006). *Diseño en Concreto Armado* (3 ed). Lima, Perú: Fondo Editorial I.C.G.

Mejía, L. A. (2017). *Diseño de edificio de viviendas de concreto armado aplicando las normas sismorresistentes de 2003 y 2016* (Tesis de pregrado, Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima, Perú).

Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcciones e instalaciones volumen 4. Seguridad estructural tomo ii. Diseño por sismo.

Loaysa, J. L. y Chávez, R. F. (2015). *Diseño de un edificio de concreto armado de 5 niveles* (Tesis de pregrado, Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima, Perú).

Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232.

Prakash, R., Thenmozhi, R., Sudharshan, N., Subramain, C. (2020). Fibre reinforced concrete containing waste coconut shell aggregate, fly ash and polypropylene fibre [Hormigón reforzado con fibra que contiene residuos de cáscara de coco, cenizas volantes y fibra de polipropileno]. *Revista Facultad de Ingeniería* 94, 32-42.

Quispe, M. A. y Terry, L. F. (2017). *Análisis comparativo del diseño Sismorresistente de una edificación de concreto armado de 7 pisos en lima empleando la norma e030 (versión 2016 vs versión 2003)* (Tesis para pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú).

Patiño, C. P. y Venegas, E. R. (2017). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un concreto elaborado con ceniza volante en porcentajes de 10%, 20%, y 30% en sustitución parcial del cemento* (Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú).

Sánchez, V. E. y Vargas, R. M. (2018). *Análisis y diseño de edificios de concreto armado considerando la rigidez efectiva de sus elementos estructurales* (Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú).

Sulca, L. A. y Condori, C. C. (2018). *Estudio comparativo de costos, programación, diseño sismorresistente, entre el sistema dual y muros de ductilidad limitada de un edificio multifamiliar de 7 pisos ubicado en cerro colorado – Arequipa* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú).

Tobón, J. I., Restrepo, O. J y Payá, J. J. (2013). Portland cement blended with nanoparticles [Adición de nanopartículas al cemento portland]. *Dyna*, 74 (152), 277-291.

Saavedra, C. F. y Ramirez, D.A. (2017). *Influencia del módulo de elasticidad en el análisis de la deriva de edificios de concreto en el Perú, 2017* (Tesis de pregrado, Universidad Científica del Perú, Iquitos, Perú).

Tagle, C. (2019). *Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del cemento con ceniza volante en porcentajes de 5%, 10 % y 15%, elaborado con agregados de Cunyac y Pisac – Cusco 2017* (Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú).

Yapuchura, R. Y. (2019). *Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de $f'_c=210$ kg/cm² utilizando agregado de la cantera Arunta – Tacna* (Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú).

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

| DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CINCO PISOS Y UNA AZOTEA, UTILIZANDO ESTRUCTURAS APORTICADAS Y PLACAS DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZAS VOLANTES A LA MEZCLA DE CONCRETO EN EL DISTRITO DE SURCO-2020 | | | | | |
|--|---|---|--|--|-------------------------|
| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
| Variable independiente: | | | | Concreto | kg/cm2 |
| Diseño sismorresistente | Paredes y Chauma (2019) indicaron que el diseño sismorresistente es una serie de cálculos necesarios para la construcción de edificaciones apoyándose en teorías específicas o parámetros ya estipulados, mediante la tecnología y el uso de software se puede mejorar los diseños para evitar el menor daño ante un evento telúrico. | Su medición será mediante los parámetros de el RNE vigente 2018 E.020,E.030,E.060,E.050 | Propiedades de los materiales | Acero | kg/cm2 |
| | | | Análisis estático | Carga viva | tn, tn/ml, tn/m2, tn/m3 |
| | | | | Carga muerta | |
| | | | | Carga sísmica | |
| | | | Análisis dinámico | Cortante basal | tn, mm, |
| | | | | Centro de masa y rigidez | |
| | | | | Peso total del edificio | |
| | | | | Superposición modal espectral | |
| | | | Costo beneficio | Reducción de presupuesto | S/. |
| Variable dependiente: | | | | Peso específico | kg/m3 |
| Concreto con incorporacion de cenizas volantes | Farfan (2018) indicó que el concreto con incorporación de cenizas volantes es una mezcla convencional de concreto, se utiliza una adición de cenizas volantes en diversas dosificaciones, las cuales tendrá una mejor respuesta a los comportamientos mecánicos. | Recomendaciones del método del comité 211 del ACI, Límites especificación (ASTM C33 2016),(NTP 400.011 2013) y (NTP 400.037 2014) | Características físicas de los materiales | Análisis granulométrico | # |
| | | | | Contenido de humedad | % |
| | | | | Resistencia de diseño | kg/cm2 |
| | | | Diseño de mezcla | Relación a/c | - |
| | | | | Dosificación del concreto | m3 |
| | | | | Dosificación de las cenizas volantes de carbón | kg |
| | | | Propiedades mecánicas | Resistencia a la compresión | kg/cm2 |
| | | | | Resistencia a la flexión | kg/cm2 |
| | | | | Módulo de elasticidad | N/m2 |
| | | | Propiedades de durabilidad del concreto incorporando ceniza volantes | Absorción | % |
| | | | | Penetración de cloruros | % |

Anexo 2. Matriz de consistencia

| DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CINCO PISOS Y UNA AZOTEA, UTILIZANDO ESTRUCTURAS APORTICADAS Y PLACAS DE CONCRETO INCORPORANDO CENIZAS VOLANTES A LA MEZCLA DE CONCRETO EN EL DISTRITO DE SURCO-2020 | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|---|----------------------|-------------------------------|--|
| PROBLEMA | OBJETIVO | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | MÉTODOS | TÉCNICAS | INSTRUMENTOS | |
| Problema general: | Objetivo general: | Variable independiente: | Propiedades de los materiales | Concreto | Enfoque: Cuantitativo. Tipo de Investigación: Propósito: Aplicada Profundidad: Descriptivo-Explicativo Diseño de la investigación: No experimental. | Recolección de datos | Ficha de recolección de datos | |
| ¿De qué manera el concreto con incorporación de cenizas volantes influye en el diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020? | Determinar de qué manera el concreto con incorporación de cenizas volantes influye en el diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020 | Diseño sismorresistente | Acero | | | | | |
| | | | Carga viva | | | | | |
| | | | Carga muerta | | | | | |
| | | | Carga sísmica | | | | | |
| | | | Cortante basal | | | | | |
| | | | Centro de masa y rigidez | | | | | |
| | | | Peso total del edificio | | | | | |
| | | | Superposición modal espectral | | | | | |
| | | | Costo beneficio | Reducción de presupuesto | | | | |
| Problemas específicos: | Objetivos específicos: | Variable dependiente: | | | | | | |
| PE.1 ¿Cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en la resistencia a la compresión del concreto de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020? | OE.1 Determinar cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en la resistencia a la compresión del concreto de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020 | Concreto con incorporación de cenizas volantes | Características físicas de los materiales | Peso específico | Diseño de la investigación: No experimental. | Recolección de datos | Ficha de recolección de datos | |
| PE.2 ¿Cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en el análisis estático de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020? | OE.2 Determinar cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en el análisis estático de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020 | | Análisis granulométrico | | | | | |
| | | | Contenido de humedad | | | | | |
| | | | Diseño de mezcla | Resistencia de diseño(kg/cm2) | | | | |
| | | | | Relación a/c | | | | |
| Dosificación del concreto | | | | | | | | |
| PE.3 ¿Cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en el análisis dinámico de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020? | OE.3 Determinar cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en el análisis dinámico de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020 | | Propiedades mecánicas | Dosificación de las cenizas volantes de carbon (kg) | | | | |
| | | | | Resistencia a la compresión | | | | |
| | | | | Resistencia a la flexión | | | | |
| PE.4 ¿Cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en el presupuesto de materiales de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020? | OE.4 Determinar cómo influye el concreto con incorporación de cenizas volantes en el presupuesto de materiales de una vivienda unifamiliar en el distrito de Surco-2020 | | Propiedades de durabilidad del concreto incorporando ceniza volantes | Módulo de elasticidad | | | | |
| | | | | Absorción | | | | |
| | | | | Penetración de cloruros | | | | |

Anexo 3. Ficha de recolección de datos 1

| AUTOR (ES) | TESIS | % DE CENIZA | RESISTENCIA LA COMPRESIÓN | | | F'c=210 KG/CM ² | | |
|------------------------------|---|-------------|---------------------------|---------|---------|----------------------------|---------|---------|
| | | | 7 DÍAS | 15 DÍAS | 28 DÍAS | 7 DÍAS | 15 DÍAS | 28 DÍAS |
| Yapuchura (2019) | "INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL INCREMENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN PARA LOSAS DE CONCRETO DE f _c =210 kg/cm ² UTILIZANDO AGREGADO DE LA CANTERA ARUNTA – TACNA" | 2.5% | 140.33 | 201.23 | 236.49 | 134.42 | 187.74 | 221.73 |
| | | 5.0% | 151.37 | 208.75 | 249.22 | | | |
| | | 10.0% | 147.73 | 200.00 | 229.87 | | | |
| | | 15.0% | 133.59 | 187.83 | 192.90 | | | |
| Tagle (2019) | "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE UN MORTERO PATRÓN; Y UN MORTERO SUSTITUYENDO EL PESO DEL CEMENTO CON CENIZA VOLANTE EN PORCENTAJES DE 5%, 10 % y 15%. ELABORADO CON AGREGADOS DE CUNYAC Y PISAC – CUSCO" | 5.0% | 154.00 | 207.00 | 250.00 | 192.84 | 210.43 | 307.24 |
| | | 10.0% | 150.00 | 201.00 | 232.00 | | | |
| | | 15.0% | 135.93 | 188.00 | 195.00 | | | |
| Mariluz y Ulloa (2018) | "USO DE LAS CENIZAS VOLANTES DE CARBÓN EXCEDENTES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA ILO21 – MOQUEGUA COMO ADICIÓN PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ABSORCIÓN, MANEJABILIDAD Y TEMPERATURA" | 5.0% | 186.00 | 201.00 | 222.00 | 165.00 | 192.00 | 215.00 |
| | | 10.0% | 200.00 | 217.00 | 229.00 | | | |
| | | 20.0% | 182.00 | 199.00 | 220.00 | | | |
| Belizario y Huaquisto (2018) | "UTILIZACIÓN DE LA CENIZA VOLANTE EN LA DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO" | 2.5% | 147.00 | 180.00 | 223.00 | 146.00 | 178.00 | 218.00 |
| | | 5.0% | 150.00 | 185.00 | 231.00 | | | |
| | | 10.0% | 139.00 | 170.00 | 200.00 | | | |
| | | 15.0% | 125.00 | 159.00 | 192.00 | | | |
| Contreras y Peña (2017) | "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO ADICIONANDO DOSIFICACIONES DE CENIZAS VOLANTES DE CARBÓN EN LA MEZCLA" | 1.5% | 108.00 | 156.00 | 220.00 | 95.00 | 147.00 | 218.00 |
| | | 3.0% | 118.00 | 161.00 | 227.00 | | | |
| | | 4.5% | 130.00 | 169.00 | 232.00 | | | |
| | | 6.0% | 147.00 | 188.00 | 241.00 | | | |
| Patiño y Venegas (2017) | "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON CENIZA VOLANTE EN PORCENTAJES DE 10%, 20%, Y 30% EN SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO" | 10.0% | 122.07 | 181.77 | 252.43 | 151.79 | 204.63 | 273.42 |
| | | 20.0% | 112.28 | 165.86 | 236.53 | | | |
| | | 30.0% | 86.35 | 136.51 | 210.27 | | | |
| Huaquisto (2015) | "EFECTO DE LA CENIZA VOLANTE EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN CONDICIONES DE CLIMA NATURAL" | 2.5% | 147.00 | 180.00 | 223.00 | 146.00 | 178.00 | 218.00 |
| | | 5.0% | 150.00 | 185.00 | 231.00 | | | |
| | | 10.0% | 139.00 | 170.00 | 200.00 | | | |
| | | 15.0% | 125.00 | 159.00 | 192.00 | | | |

Anexo 4. Tiempo de roturas de probetas

| TIEMPO DE ROTURA DE PROBETAS | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------|--------|--------|-----|---------|--------|--------|-----|---------|--------|--------|
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | 7 días | | | | 15 días | | | | 28 días | | |
| | 5% | 151.37 | 154.00 | | 206.75 | 207.00 | 195.94 | | 249.22 | 250.00 | 240.30 |
| | | 150.00 | 150.00 | 5% | 185.00 | 185.00 | 783.75 | 5% | 231.00 | 231.00 | 961.22 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 7 días | | | | 15 días | | | | 28 días | | |
| | 10% | 147.73 | 150.00 | | 200.00 | 201.00 | 185.25 | | 229.87 | 232.00 | 215.47 |
| | | 139.00 | 139.00 | 10% | 170.00 | 170.00 | 741.00 | 10% | 200.00 | 200.00 | 861.87 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 7 días | | | | 15 días | | | | 28 días | | |
| | 15% | 133.59 | 135.93 | | 187.83 | 188.00 | 173.46 | | 192.90 | 195.00 | 192.97 |
| | | 125.00 | 125.00 | 15% | 159.00 | 159.00 | 693.83 | 15% | 192.00 | 192.00 | 771.90 |

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**"INFLUENCIA DE LA CENIZA VOLANTE EN EL INCREMENTO
DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN PARA
LOSAS DE CONCRETO DE $f'c=210$ kg/cm² UTILIZANDO
AGREGADO DE LA CANTERA ARUNTA – TACNA."**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. YAPUCHURA PLATERO, RICHARD JORDY

**TACNA – PERÚ
2019**



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UAC

TESIS

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS
DE UN MORTERO PATRÓN; Y UN MORTERO SUSTITUYENDO EL PESO
DEL CEMENTO CON CENIZA VOLANTE EN PORCENTAJES DE 5%, 10 % y
15%, ELABORADO CON AGREGADOS DE CUNYAC Y PISAC – CUSCO 2017**

Presentado por :

Bach. Tagle Delgado, Claudia

Para optar al Título Profesional de
Ingeniero Civil

Asesor:

Mg. Víctor Chacón Sánchez

CUSCO - PERÚ

2019

Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento

Use of the flying ash in the dosing of the concrete as a substitute for the cement

Samuel Huaquisto Cáceres¹, Germán Belizario Quispe²

¹* Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno Perú

² Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno Perú

Autor para correspondencia: shuaquisto@unap.edu.pe

REPORTE DE CASO

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido 05-09-2017
 Aceptado 29-03-2018
 On line: 27-04-2018

PALABRAS CLAVES:

cemento,
 ceniza-volante,
 concreto,
 diseño.

CASE REPORT

ARTICLE INFORMATION

Received 05-09-2017
 Accepted 29-03-2018
 On line: 27-04-2018

KEY WORDS:

cement,
 fly-ash,
 concrete,
 design.

RESUMEN

La Central Térmica Ilo 21 genera electricidad a base de carbón y cuyo residuo es la ceniza volante, material contaminante del medio ambiente, el cual es utilizada como adición al cemento para la fabricación del concreto de las diferentes obras civiles, en tal sentido el objetivo del presente estudio fue la dosificación de mezclas de concreto adicionando ceniza volante de tal manera que no disminuya la resistencia y ayude a mitigar el medio ambiente. El material y método empleado es el concreto normal con adiciones de ceniza volante en proporciones de 2.5%, 5.0%, 10.0% y 15.0% para roturas a los 7, 14, 28 y 90 días. Los resultados indican que a los 28 días se tienen resistencias en promedio de 221 kg/cm² para concreto normal, para concreto con 2.5% de ceniza volante 223 kg/cm², para el 5.0% 231 kg/cm², para el 10.0% 200 kg/cm² y 192 kg/cm² para el 15% de ceniza volante respectivamente. En conclusión la ceniza volante se debe utilizar como sustitución al cemento en un rango menor al 10%, más allá de este valor disminuye la resistencia del concreto, por lo que puede resultar perjudicial a la hora de realizar los controles de calidad.

ABSTRACT

Concrete is the most common material used in most civil works because it is a highly resistant and with material steel has a good structural behavior, its production is used as the main cement component, which directly affects the cost, which is why it seeks to reduce the amount of cement with the addition of fly ash, which is a pollutant, waste of power plants. The objective was to dose mixtures of added fly ash as a substitute for the cement in such a way that it does not diminish the resistance of this one and to find the optimal dosage. The material and method used is normal concrete with fly ash additions to the design in proportions of 2.5%, 5.0%, 10.0% and 15.0% for breakages at 7, 14 and 28 days. The results indicate that after 28 days have resistances averaging 221 kg/cm² for both normal concrete as well as concrete with fly ash 2.5%, 231 kg/cm² for 5.0%, 200 kg/cm² to 10.0% and 192 kg/cm² for 15% of fly ash respectively. In conclusion fly ash it improves concrete strength in a range from 3% to 6% beyond these values reduces the strength of concrete, so it can be harmful.

ARTÍCULO ORIGINAL

EFFECTO DE LA CENIZA VOLANTE EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN CONDICIONES DE CLIMA NATURAL

EFFECT OF FLY ASH CONCRETE STRENGTH UNDER NATURAL WEATHER

Huaquisto S¹.

RESUMEN

El concreto es el material más usado en la mayoría de las obras civiles debido a que es un material altamente resistente y junto al acero tiene un buen comportamiento estructural, en su elaboración se utiliza como componente principal al cemento, el cual incide directamente en el costo, razón por la cual se busca disminuir la cantidad de cemento con la adición de ceniza volante, el cual es un producto contaminante, del desecho de las centrales termoelectricas. **Objetivo:** Determinar el efecto de la ceniza volante en la resistencia del concreto e identificar el porcentaje óptimo de utilización en la dosificación. **Material y métodos:** Se utilizó concreto normal con adiciones de ceniza volante al diseño en proporciones de 2,5%, 5,0%, 10,0% y 15,0% para roturas a los 7, 14 y 28 días. **Resultados:** A los 28 días se tienen resistencias en promedio de 221 kg/cm² tanto para concreto normal así como también para concreto con 2,5% de ceniza volante, 231 kg/cm² para el 5,0%, 200 kg/cm² para el 10,0% y 192 kg/cm² para el 15% de ceniza volante respectivamente. **Conclusiones:** La ceniza volante mejora la resistencia del concreto en un rango del 3% al 6%, más allá de estos valores disminuye la resistencia del concreto, por lo que puede resultar perjudicial.

Palabras clave: Cemento, ceniza-volante, concreto, diseño, resistencia.

ABSTRACT

Concrete is the most common material used in most civil works because it is a highly resistant and with material steel has a good structural behavior, its production is used as the main cement component, which directly affects the cost, which is why it seeks to reduce the amount of cement with the addition of fly ash, which is a pollutant, waste of power plants. **Objective:** To determine the effect of fly ash in concrete strength and identify the optimum utilization rate in dosage. **Material and methods:** Normal concrete with fly ash additions to the design in proportions of 2.5%, 5.0%, 10.0% and 15.0% for breakages at 7, 14 and 28 days. **Results:** After 28 days have resistances averaging 221 kg/cm² for both normal

¹ Magíster en Ingeniería Civil, Doctor en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente; docente Universidad Nacional del Altiplano de Puno.



0433

4.0 CIMENTACIONES DE LAS ESTRUCTURAS A TOMAR EN CUENTA PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

Para determinar la capacidad admisible del terreno, se contemplara:

- 4.1 Se tomara en cuenta los parámetros de resistencia, profundidad y tipo de cimentación empleadas en las estructuras (indicados en el cuadro N°6.0, N°7.0 y N°8.0).
- 4.2 Las capacidades admisibles se presentan en los cuadros N°9.0, N°10.0 y N°11.0 respectivamente.

5.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se ejecutaron siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM)

- | | |
|---|-------------|
| <input type="checkbox"/> Análisis granulométrico por tamizado | ASTM D-422 |
| <input type="checkbox"/> Límites de Atterberg | ASTM D-4318 |
| <input type="checkbox"/> Contenido de humedad | ASTM D-2216 |
| <input type="checkbox"/> Clasificación SUCS. | ASTM D-2487 |
| <input type="checkbox"/> Ensayo Químico Sulfato | ASTM D-516 |
| <input type="checkbox"/> Ensayo de Corte Directo | ASTM D-3080 |

[Firma]
ING. LUIS TIPLAN SUJANANTE
RESPONSABLE ESTUDIOS Y PROYECTOS
Reg. CIP 28355

Los resúmenes de los ensayos estándares se presentan a continuación en los cuadros siguientes:

Cuadro N° 3.0
Resumen de Los Ensayos Estándar de Laboratorio

| Calicata | Muestra | Profundidad (m) | Granulometría (%) | | | Límites (%) | | C.H (%) | Clasificación SUCS |
|----------|---------|-----------------|-------------------|-------|-------|-------------|------|---------|--------------------|
| | | | Grava | Areña | Finos | L.L. | L.P. | | |
| C-1 | M-1 | 0.00 – 1.00 | 7.54 | 38.40 | 54.05 | 22 | 21 | 5 | ML |
| | M-2 | 1.00 – 3.00 | 72.17 | 25.91 | 1.92 | N.P | N.P | 1 | GW |
| C-2 | M-1 | 0.00 – 0.50 | 7.34 | 37.48 | 55.18 | 17 | 15 | 5 | ML |
| | M-2 | 0.50 – 3.00 | 71.67 | 25.75 | 2.58 | N.P | N.P | 1 | GW |
| C-3 | M-1 | 0.00 – 0.40 | 7.99 | 38.52 | 53.49 | 24 | 21 | 5 | ML |

[Firma]
CARLOS ALBERTO TUPIA CORDOVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 67843

| Calicata | Muestra | Profundidad (m) | Granulometría (%) | | | Límites (%) | | C.H. (%) | Clasificación SUCS |
|----------|---------|-----------------|-------------------|-------|-------|-------------|------|----------|--------------------|
| | | | Grava | Arena | Finos | L.L. | L.P. | | |
| | M-2 | 0.40 – 3.00 | 75.78 | 17.74 | 6.48 | N.P | N.P | 1 | GP-GM |
| C-4 | M-1 | 0.00 – 1.10 | 10.88 | 37.64 | 51.48 | N.P | N.P | 5 | ML |
| | M-2 | 1.10 – 3.00 | 77.52 | 19.81 | 2.67 | N.P | N.P | 1 | GP |
| C-5 | M-1 | 0.00 – 0.90 | 8.38 | 38.72 | 52.91 | 24 | 21 | 5 | ML |
| | M-2 | 0.90 – 3.00 | 74.68 | 19.59 | 5.73 | N.P | N.P | 1 | GP-GM |
| C-6 | M-1 | 0.00 – 0.70 | 12.54 | 39.20 | 48.26 | N.P | N.P | 4 | SM |
| | M-2 | 0.70 – 3.00 | 74.37 | 19.59 | 6.04 | N.P | N.P | 1 | GP-GM |
| C-7 | M-1 | 0.00 – 0.30 | 13.74 | 38.18 | 48.08 | N.P | N.P | 3 | SM |
| | M-2 | 0.30 – 3.00 | 71.57 | 25.88 | 2.55 | N.P | N.P | 1 | GW |
| C-8 | M-1 | 0.00 – 0.70 | 10.55 | 36.89 | 52.57 | N.P | N.P | 3 | ML |
| | M-2 | 0.70 – 3.00 | 72.13 | 19.78 | 8.09 | N.P | N.P | 1 | GP-GM |
| C-9 | M-1 | 0.00 – 0.50 | 14.23 | 36.20 | 49.57 | N.P | N.P | 2 | SM |
| | M-2 | 0.50 – 3.00 | 71.24 | 19.24 | 9.53 | N.P | N.P | 1 | GP-GM |
| C-10 | M-1 | 0.00 – 1.40 | 14.77 | 38.63 | 46.60 | N.P | N.P | 4 | SM |
| | M-2 | 1.40 – 3.00 | 45.70 | 31.07 | 23.23 | N.P | N.P | 2 | GM |

L.L.: Límite líquido

C.H.: Contenido de humedad

L.P.: Límite plástico

Cuadro N° 4.0
Resultado del Ensayos Especial de Corte Directo

| Calicata Muestra | Profundidad (m) | Clasificación SUCS | Corte Directo | |
|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|---------------|
| | | | c (Kg/cm²) | σ (Kg/cm²) |
| C-3/M-2 | 0.40 – 3.00 | GP-GM | 0.13 | 35.8 |
| C-7/M-2 | 0.30 – 3.00 | GW | 0.16 | 35.4 |

ING. LUIS TIRAPIA MURGUÍA
REVISOR DE DISEÑO Y PROYECTO
Reg. CIP 28355

CARLOS ALBERTO LUPIA CORCOVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 67848

Cuadro N° 5.0
Resultados Ensayos de Sulfato

| Calicata | Muestra | Profundidad (m) | Clasificación SUCS | Sulfatos ppm | Sales ppm |
|----------|---------|-----------------|--------------------|--------------|-----------|
| C-3 | M-2 | 0.40 – 3.00 | GP-GM | 259 | 4062 |

6.0 PERFILES ESTRATIGRAFICOS

La evaluación de campo y los resultados de laboratorio realizado en las 10 calicatas y teniendo 20 muestras extraídas, han permitido identificar las características físicas y de resistencia del suelo de fundación, presentándose lo siguiente:

Superficialmente se registró relleno limo arenoso ML y arena limosa SM, grava 10.80%, arena 37.99% y finos 51.22%, color beige, húmedo, presencia de grava subredondeadas T.M. 1" en 15%, hasta una profundidad máxima de 1.40 m.

Finalmente presenta el suelo de fundación, grava bien graduada con arena GW, grava mal graduada con limo y arena GP-GM, grava mal graduada con arena GP y grava limosa con arena GM, grava 70.68%, arena 22.44% y finos 6.88%, color beige, húmedo, compacidad media, presencia de gravas subredondeadas T.M. 3" en 15% y T.M. 4" en 20%, posteriormente presenta boloneria T.M. > 40 cm. hasta los 3.00 m de profundidad.

Los parametros de resistencia obtenidas mediante el ensayo de corte directo fueron angulo de fricción interna $\phi=35.8^\circ$ kg/cm², cohesión=0.13kg/cm². No se detectó nivel freático.



[Signature]
ING. LUIS TIPIAN MORA
REVISOR DE ESTUDIOS Y PLAN
Reg. CIP 28358

[Signature]
CARLOS ALBERTO TUPIA CORDOVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 67843

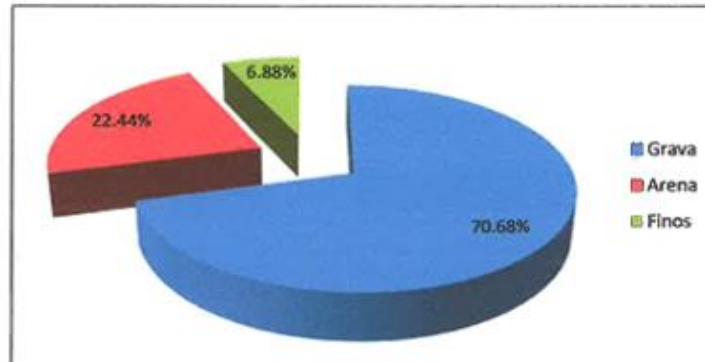


Figura N° 4.0: Predominio de la Clasificación grava bien graduada con arena GW, grava mal graduada con limo y arena GP-GM, grava mal graduada con arena GP y grava limosa con arena GM, finos 6.88%, arena 22.44% y grava 70.68%.

7.0 ANALISIS DE CIMENTACION

7.1 PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO DE CIMENTACIÓN

Los parámetros que se han adoptado para el cálculo de la capacidad admisible de carga en el suelo de cimentación son los siguientes:

Cuadro N° 6.0
Resumen de los parámetros de resistencia

| Infraestructura | Df (m) | Peso Unitario del Suelo Superficial γ_2 (Kg/m ³) | Peso Unitario del Suelo Cimentación γ_1 (Kg/m ³) | Angulo de Fricción ϕ (°) | Cohesión c (Kg/cm ²) | Módulo de Poisson μ | Módulo de elasticidad E_s (Tn/m ²) |
|--------------------------------|--------|---|---|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--|
| Edificación, Cerco perimétrico | 1.50 | 2000 | 2200 | 35 | 0.00 | 0.25 | 5200 |

ING. LUIS TUPAC ALARCATE
Revisor de Estudios y Proyectos
Reg. CIP 28355

CARLOS ALBERTO TUPIA CORCO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 67843

7.2 PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN

Se recomienda un desplante mínimo a una profundidad, tal como lo indica el cuadro siguiente.

Cuadro N° 7.0
Profundidad Mínima de Cimentación

| Estrato de Cimentación | Infraestructura | Profundidad de Desplante (m) (*) |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| Grava bien graduada con arena GW, grava mal graduada con limo y arena GP-GM, grava mal graduada con arena GP y grava limosa con arena GM. | Edificación, Cerca perimétrico | 1.50 m. |

(*) Contando a partir del nivel de terreno actual.

7.3 TIPO DE CIMENTACIÓN

Se recomienda el tipo de cimentación, en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 8.0
Tipo de Cimentación

| Tipo de Cimentación |
|-----------------------------------|
| Zapata aislada, Zapata corrida |

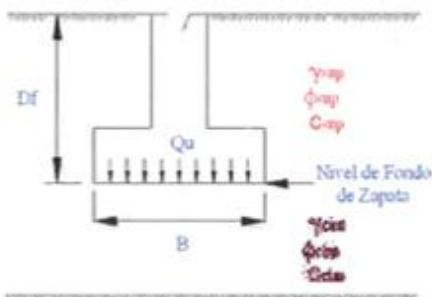
7.4 CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

Para determinar la capacidad admisible de carga por corte Terzaghi-Vesic se empleó la siguiente ecuación:

$$q_u = S_c c' N_c + S_q \frac{1}{2} \gamma_1 B N_q + S_q \gamma_2 D_f N_q$$

$$q_w = \frac{q_u}{F_s}$$

[Firma]
ING. LUIS TIGUAY MURANTE
REVISOR DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
Reg. CIP 28355



Dónde:

| | | |
|----------------------|---|---|
| Q_u | = | Capacidad última de carga |
| Q_{ad} | = | Capacidad admisible de carga |
| C | = | Cohesión (kg/cm^2) |
| ϕ' | = | Angulo de Fricción ($^\circ$) |
| F_s | = | Factor de seguridad |
| γ_s | = | Peso volumétrico Kg/m^3 (suelo cimentación) |
| γ_s | = | Peso volumétrico Kg/m^3 (suelo superficial) |
| B | = | Ancho del cimiento |
| F_s | = | Factor de seguridad |
| D_f | = | Profundidad de cimentación (m.) |
| N_c, N_γ, N_q | = | Parámetros de capacidad portante en función de ϕ |

[Firma]
ING. LUIS TIRADO MURGUITE
REVISOR DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
Reg. CIP. N° 26356

Los cuadros siguientes presentan los cálculos de las capacidades admisibles para un rango de ancho de cimentación y una profundidad de desplante mínimo.

Cuadro N° 9.0
Capacidad Portante por Corte

[Firma]
CARLOS ALBERTO TUPIA CORREA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 67843

| Tipo de cimentación | Infraestructura | Base de zapata B (mts.) | N_q | N_γ | S_q | S_γ | Factor de Seguridad F.S | q_{adm} (kg/cm^2) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------|------------|-------|------------|-------------------------|--------------------------------|
| Zapata aislada, Zapata corrida | Edificación, Cerro perimétrico | 0.60 | 33.30 | 48.03 | 1.00 | 1.00 | 3 | 4.39 |

7.5 CALCULO DE ASENTAMIENTOS

7.5.1 El asentamiento inmediato se ha calculado en base al método elástico, mediante la siguiente relación:

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

Dónde:

S_i = Asentamiento probable (cm)

μ = Relación de Poisson

E_s = Módulo de Elasticidad (Ton/m²)

I_f = Factor de forma (cm/m)

q = Presión de trabajo (Ton/m²)

B = Ancho de la cimentación (m)

Cuadro N° 10.0
Asentamiento Inmediato Si. Capacidad portante por asentamiento

| Tipo de cimentación | Infraestructura | Base de zapata B (mts.) | qadm (kg/cm ²) | Es (Tn/m ²) | μ | I_f | Si (cm) |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|-------|-------|---------|
| Zapata aislada, Zapata corrida | Edificación, Cerco perimétrico | 0.60 | 3.10 | 5200 | 0.25 | 254 | 0.85 |

[Firma]
ING. LUIS TIPIAN MUÑANTE
REVISOR DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
Reg. CIP. N° 28356

7.5.2 De acuerdo al análisis de asentamiento inmediato, se obtuvo un $S_i = 0.85$ cm, por lo tanto según la norma E.050 Suelos y Cimentaciones no excede de 2.50 cm.

7.5.3 Finalmente la capacidad portante recomendada es la siguiente:

Cuadro N° 11.0
Capacidad Portante Recomendada

| Tipo de cimentación | Infraestructura | Sistema | Df m (*) | Qadm (kg/cm ²) | Si (cm) |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------|----------------------------|---------|
| Zapata aislada, Zapata corrida | Edificación, Cerco perimétrico | Costa (Techo Plano) | 1.50 | 3.10 | 0.85 |

[Firma]
CARLOS ALBERTO TUPIA COALLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 67843

(*) Contando a partir del nivel de terreno actual.

7.6 INFRAESTRUCTURA DE PISOS, VEREDAS, LOSA DEPORTIVA Y PATIOS

Los cuadros siguientes presentan las dimensiones de las infraestructuras para pisos, veredas, losa deportiva y patios de acuerdo a las especificaciones de la norma E-010 Pavimentos urbanos.

Cuadro N° 12.0
Resumen del Espesor de Pisos y Vereda

| Espesor de Losa Concreto (cm) | f_c (kg/cm ²) | Espesor de la base Granular (cm) | Subrasante Compactada |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 10.0 | 175 | 15.0 | 95 % |

Cuadro N° 13.0
Resumen del Espesor de Losa Deportiva y Patios

| Espesor de Losa Concreto (cm) | f_c (kg/cm ²) | Espesor de la base Granular (cm) | Subrasante Compactada |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 10.0 | 210 | 20.0 | 95 % |

8.0 AGRESION DEL SUELO DE CIMENTACION

- 8.1 Para determinar el grado de agresividad del suelo al concreto de la cimentación se han realizado ensayos químicos determinando los contenidos de sulfatos. De los resultados obtenidos y los límites permisibles de agresión de sulfatos al concreto, estos presentan una clase de exposición S0, recomendando cemento tipo I.

Cuadro N° 14.0
Categorías y clases de exposición (Referencia: ACI 318.S-14)

| Categoría | Clase | Condición |
|-------------|-------|--|
| Sulfato (S) | | Sulfatos solubles en agua (SO_4^{2-}) en el suelo, % en masa |
| | S0 | $SO_4^{2-} < 0.10$ |
| | S1 | $0.10 \leq SO_4^{2-} < 0.20$ |
| | S2 | $0.20 \leq SO_4^{2-} \leq 2.00$ |
| | S3 | $SO_4^{2-} > 2.00$ |

[Firma]
ING. LUIS TIPLIAN ALFONSO
REVISOR DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
Reg. CIP 28355

[Firma]
CARLOS ALBERTO TUPA CORDOVA
INGENIERO CIVIL

Cuadro N° 15.0
Requisitos para el concreto según la clase de exposición (Referencia: ACI 318.S-14)

| Clase de Exposición | Relación a/mc máx. | f _c Mínimo MPa | Tipo de Material Cementante | | |
|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------|
| | | | ASTM C 150M | ASTM C 595M | ASTM C 1157M |
| S0 | N/A | 17 | Sin restricción en el tiempo | Sin restricciones en el tipo | Sin restricción en el tipo |
| S1 | 0.50 | 28 | II | Tipo IP, IS o IT con designación (MS) | MS |
| S2 | 0.45 | 31 | V | Tipo IP, IS o IT con designación (HS) | HS |
| S3 | 0.45 | 31 | V más puzolanas o cemento de escoria | Tipo IP, IS o IT con designación (HS) más puzolanas o escoria | HS más puzolanas o escoria |

9.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Las investigaciones de Mecánica de Suelos han comprendido las siguientes labores en campo y laboratorio.

- ☐ 10 Excavaciones o Calicatas de profundidad máxima 3.00 m.
- ☐ 20 Ensayos Estándar Análisis Granulométrico.
- ☐ 01 Ensayos Químicos, contenido de Sulfato
- ☐ 01 Ensayos Químicos, contenidos de Sales.
- ☐ 02 Ensayo de Corte Directo.

9.2 Para la aplicación de la Norma E.030 Diseño Sismo Resistente se debe considerar lo siguiente.

- ☐ Zona 4; $Z=0.45g$
- ☐ Suelo Tipo S1
- ☐ Factor de Suelo $S=1.00$
- ☐ Espectro para el Tipo de Suelo $T_p(s) = 0.40$ seg
- ☐ Espectro para el Tipo de Suelo $T_L(s) = 2.50$ seg



Ficha Técnica

CEMENTO ANDINO TIPO V

Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo V obtenido de la molienda Clinker Tipo V y yeso.
- Usado para cuando se desea obtener concretos con alta resistencia a los sulfatos.

Beneficios:

- Especialmente cuando la obra especifique el uso de este tipo de cemento, debido a su alta resistencia a la acción de sulfatos.
- Moderado calor de hidratación.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.

Usos:

- Estructuras, canales, alcantarillado en contacto con suelos ácidos y/o aguas subterráneas, de exposición severa del orden de 1,500 a 10,000 ppm de sulfatos solubles de agua.
- Obras portuarias expuestas a la acción de aguas marinas, sobre suelos salinos y húmedos, en piscinas y acueductos, tubos de alcantarillados, canales y edificios que deberán soportar ataques químicos.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



Recomendaciones

Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

Manipulación:

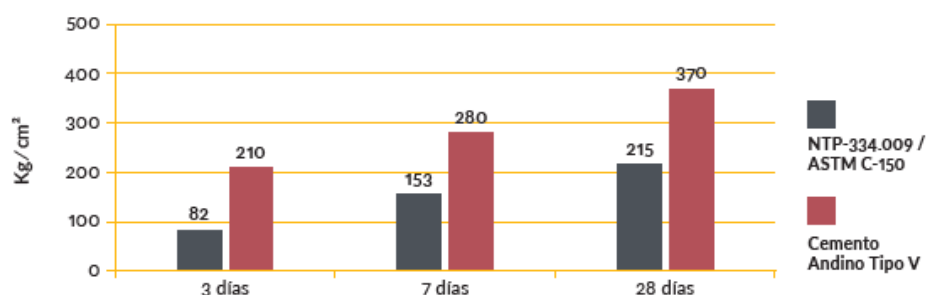
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Tipo V



Propiedades físicas y químicas

| Parámetro | Unidad | Cemento Andino Tipo V | Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150 |
|---------------------------------------|--------|-----------------------|-------------------------------------|
| Contenido de aire | % | 5.12 | Máximo 12 |
| Expansión autoclave | % | 0.01 | Máximo 0.80 |
| Superficie específica | m²/kg | 340 | Mínimo 260 |
| Densidad | g/ml | 3.15 | No específica |
| Resistencia a la Compresión | | | |
| Resistencia a la compresión a 3 días | kg/cm² | 210 | Mínimo 82 |
| Resistencia a la compresión a 7 días | kg/cm² | 280 | Mínimo 153 |
| Resistencia a la compresión a 28 días | kg/cm² | 370 | Mínimo 215 |
| Tiempo de Fraguado | | | |
| Fraguado Vicat inicial | min | 123 | Mínimo 45 |
| Fraguado Vicat final | min | 315 | Máximo 375 |
| Composición Química | | | |
| MgO | % | 1.80 | Máximo 6.0 |
| SO ₃ | % | 1.90 | Máximo 2.3 |
| Pérdida al fuego | % | 1.50 | Máximo 3.0 |
| Residuo insoluble | % | 0.60 | Máximo 1.5 |
| Fases Mineralógicas | | | |
| C ₂ S | % | 14.70 | No específica |
| C ₃ S | % | 60.83 | No específica |
| C ₃ A | % | 1.50 | Máximo 5 |
| C ₄ AF | % | 15.00 | No específica |
| Álcalis Equivalentes | | | |
| Contenido de álcalis equivalentes | % | 0.39 | Máximo 0.60 |
| Resistencia a los Sulfatos | | | |
| Resistencia al Ataque de Sulfatos | % | 0.032 | 0.05 % máx. a 180 días |



REPORTE DE LABORATORIO

SOLICITA CONCRETOS SUPERMIX
OBRA CONTROL DE CALIDAD
EXPEDIENTE 986-16

REQUERIMIENTOS QUIMICOS

| NOMBRE DE LA MUESTRA | FECHA | FLUORECENCIA DE RAYOS X | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|----------|---------|--------|----------|----------|---------|---------|---------|
| | | SiO2 (%) | Al2O3 (%) | Fe2O3 (%) | CaO (%) | MgO (%) | SO3 (%) | Na2O (%) | K2O (%) | Cl (%) | TiO2 (%) | P2O5 (%) | MnO (%) | SrO (%) | CO2 (%) |
| CENIZA ILO | 7/07/2015 | 51.6 | 20.5 | 6.69 | 3.44 | 1.58 | 0.847 | 2.4 | 2.01 | 0.858 | 0.919 | 0.145 | 0.0402 | 0.0825 | 8.55 |
| CENIZA TRUPAL | 7/07/2015 | 43.4 | 25.4 | 2.16 | 0.843 | 0.609 | 2.5 | 0.488 | 1.58 | 0.0407 | 1.33 | 0.281 | 0.0417 | 0.0513 | 21.02 |

REQUERIMIENTOS FISICOS

| DESCRIPCION | MEZCLA DE CONTROL | | | | DENSIDAD PUZOLANA O ESCORIA (g/cm³) | MEZCLA DE ENSAYO | | | |
|---------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| | RELACION A/C | PESO ESPECIFICO (g/cm³) | RETENIDO MALLA N° 325 (%) | RESISTENCIA A 28 DIAS (kg/cm²) | | RETENIDO MALLA N°325 (%) | RELACION A/C | RESISTENCIA A 28 DIAS (kg/cm²) | INDICE DE ACTIVIDAD (28 días) |
| CENIZA ILO | 0.54 | 3.13 | 4.5 | 420.70 | 2.29 | 7.10 | 0.560 | 402.40 | 95.65 |
| CENIZA TRUPAL | 0.54 | 3.13 | 4.5 | 420.70 | 2.19 | 16.00 | 0.630 | 367.60 | 87.38 |

CONCRETOS SUPERMIX
ING. CARLOS GUERRA CENNERO
PER. DE CONTROL DE CALIDAD
CIP: 55171

Av. General Diez Canseco N° 527 – Arequipa
www.supermix.com.pe

Teléf.: (054) 22 5000 Anexo: 3637
contactenos@supermix.com.pe



- Alquiler de Cargador Frontal
- Tractores ORUGA - Motoniveladoras
- Rodillo Retroexcavadora, Volquetes
- Artículos de Ferretería
- Movimiento de Tierra
- Transporte de Carga
- Materiales de Construcción
- Agregados y otros servicios afines

COTIZACIÓN DE AGREGADOS

Lima, 24 de junio del 2020

OBRA: "Diseño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de cinco pisos y una azotea, utilizando estructuras aporticadas y placas de concreto incorporando cenizas volantes a la mezcla de concreto en el distrito de Surco",

LUGAR: Santiago de Surco-Lima-Perú.

ATENCIÓN: Calderón Riza, Luis Ángel y Díaz Rodríguez, Euler

| DESCRIPCION | UND | PRECIO |
|-------------------------|------|--------|
| ARENA GRUESA | 1 m3 | S/. 32 |
| PIEDRA CHANCADA DE 1/2" | 1 m3 | S/. 42 |

Todos los precios de los agregados NO incluyen IGV

Agradecemos anticipadamente su consideración y quedamos en espera de sus gratas noticias.

Atentamente;

MULTISERVICIOS D & A SAC.
RUC: 20510716809

Jacqueline Mirkin Alfaro Venema
GERENTE



COTIZACIÓN DE MATERIALES

Lima, 28 de junio del 2020

SEÑORES:

Calderón Riza, Luis Ángel y Díaz Rodríguez, Euler

Tel: (01) 5784296 – 998347852

E-mail: diaz_85@hotmail.com

Le escribimos con el fin de darle respuesta a su solicitud de cotización que ustedes nos han solicitado de los siguientes productos, a continuación, le hacemos su respectiva descripción y sus precios:

| DESCRIPCION | UND | PRECIO |
|-------------------------|-----|-----------|
| CEMENTO ANDINO TIPO V | bls | S/. 22.50 |
| ARENA GRUESA | m3 | S/. 34.00 |
| PIEDRA CHANCADA DE 1/2" | m3 | S/. 43.00 |

Esta cotización tiene valides a partir del 28 de junio del 2020 hasta el 28 de julio del 2020, cualquier inquietud comunicarse a nuestras líneas telefónicas.

Atentamente;


Euler Díaz Rodríguez
S.O. ARI E.I.R.L.
GERENTE

EMPRESA DE TRANSPORTE DE CARGA EL GAVILAN SUREÑO
E.I.R.L.

Lima, 18 de junio del 2020

COTIZACIÓN NRO. 001-2020

SEÑORES:

Calderón Riza, Luis Ángel y Díaz Rodríguez, Euler

ASUNTO: Servicio de transporte y embolsado de ceniza volante desde la ciudad de Ilo hasta el distrito de Santiago de Surco-Lima

Por el presente la EMPRESA DE TRANSPORTE DE CARGA EL GAVILAN SUREÑO E.I.R.L. con RUC N° 20513056126, se dirige a ustedes para saludarlos y a la vez remitirles la COTIZACIÓN para la prestación de SERVICIO DE TRANSPORTE Y EMBOLSADO DE CENIZA VOLANTE PARA EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO-LIMA.


Sin otro particular, a continuación, se muestra el detalle del precio del servicio a prestar:

| ITEM | DESCRPCIÓN | UND | CANTIDAD | P.U | P.PARCIAL |
|------|--|--------|----------|------------|------------|
| A | Servicio de transporte y embolsado de ceniza volante desde la ciudad de Ilo hasta el distrito de Santiago de Surco-Lima. | tn/día | 1 | S/. 133.41 | S/. 133.41 |

NOTA: El precio total de tn/día:

- Incluye IGV.
- Incluye seguro de deshonestidad por cargos (por 6 meses).
- Incluye operación y mantenimiento del transporte.
- Valides de la oferta, 30 días calendarios.

Atentamente;


MARÍA ANDREA CUERO MAMANI
GERENTE GENERAL

DIRECCIÓN: JR. ALCAZAR MZA. 17 LOTE. 06 URB. MARISCAL CACERES LIMA / LIMA / SAN JUAN DE LURIGANCHO
Cel: 999836741 – Email: transportes_gavilan01@ Hotmail.com

Anexo 12. Análisis comparativo de costos

| Partida: Concreto 210kg/cm ² - Ceniza Volante al 0% | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----|--|----------|--------|---------|-----------|
| Rendimiento: 12m ³ /dia | | | Costo unitario directo (S/.)por m ³ | | | | 328.021 |
| I.U | Descripción | und | cuadrilla | cantidad | precio | parcial | sub total |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 105.19 |
| 47 | Capatáz | H-H | 0.30 | 0.20 | 24.47 | 4.89 | |
| 47 | Operario | H-H | 1.00 | 0.67 | 23.93 | 15.96 | |
| 47 | Oficial | H-H | 2.00 | 1.33 | 18.91 | 25.21 | |
| 47 | Peón | H-H | 4.00 | 2.67 | 17.07 | 45.53 | |
| 47 | Operador de equipo liviano | H-H | 1.00 | 0.67 | 20.39 | 13.60 | |
| | MATERIALES | | | | | | 197.30 |
| 21 | Cemento Andino tipo V (42.5 kg) | bls | | 6.64 | 22.50 | 149.38 | |
| 21 | Ceniza Volante- ILO | Tn | | 0.00 | 133.41 | 0.00 | |
| 4 | Arena gruesa | m3 | | 0.54 | 32.00 | 17.25 | |
| 5 | Piedra chancada de 1/2" | m3 | | 0.71 | 42.00 | 29.69 | |
| 39 | Agua potable | m3 | | 0.16 | 6.00 | 0.98 | |
| | EQUIPO | | | | | | 25.53 |
| 37 | Herramientas | %MO | | 0.03 | 197.30 | 5.92 | |
| 48 | Mezcladora de Conc.(tambor)11p3, 12p3 | H-M | 1.00 | 0.67 | 21.50 | 14.34 | |
| 49 | Vibrador a gasolina | H-M | 1.00 | 0.67 | 7.90 | 5.27 | |

| Partida: Concreto 210kg/cm ² - Ceniza Volante al 5% | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----|---|----------|--------|---------|----------|
| Rendimiento: 12m ³ /dia | | | Costo unitario directo (S/.) por m ³ | | | | 319.78 |
| I.U | Descripcion de insumo | und | cuadrilla | cantidad | precio | parcial | subtotal |
| | MANO DE OBRA | | | | | | 105.19 |
| 47 | Capatáz | H-H | 0.30 | 0.20 | 24.47 | 4.89 | |
| 47 | Operario | H-H | 1.00 | 0.67 | 23.93 | 15.96 | |
| 47 | Oficial | H-H | 2.00 | 1.33 | 18.91 | 25.21 | |
| 47 | Peón | H-H | 4.00 | 2.67 | 17.07 | 45.53 | |
| 47 | Operador de equipo liviano | H-H | 1.00 | 0.67 | 20.39 | 13.60 | |
| | MATERIALES | | | | | | 189.31 |
| 21 | Cemento Andino tipo V (42.5 kg) | bls | | 6.20 | 22.50 | 139.50 | |
| 21 | Ceniza Volante- ILO | Tn | | 0.01 | 133.41 | 1.88 | |
| 4 | Arena gruesa | m3 | | 0.54 | 32.00 | 17.25 | |
| 5 | Piedra chancada de 1/2" | m3 | | 0.71 | 42.00 | 29.69 | |
| 39 | Agua Potable | m3 | | 0.16 | 6.00 | 0.98 | |
| | EQUIPO | | | | | | 25.29 |
| 37 | Herramientas | %MO | | 0.03 | 189.31 | 5.68 | |
| 48 | Mezcladora de Conc.(tambor)11p3, 12p3 | H-M | 1.00 | 0.67 | 21.50 | 14.34 | |
| 49 | Vibrador a gasolina | H-M | 1.00 | 0.67 | 7.90 | 5.27 | |

INTERPRETACIÓN:

El m3 de concreto 210 kg/cm² SIN CENIZA VOLANTE es de S/. 328.021.

El m3 de concreto 210 kg/cm² CON CENIZA VOLANTE es de S/. 319.78.

ANÀLISIS SÍSMICO

1.ZONIFICACIÒN

| FACTOR DE ZONA "Z" | |
|--------------------|------|
| ZONA | Z |
| 4 | 0.45 |
| 3 | 0.35 |
| 2 | 0.25 |
| 1 | 0.1 |

2.PERFIL DE SUELO

| S1 | TP | TL |
|----|-----|-----|
| 1 | 0.4 | 2.5 |

3.PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÒN

| CT | T(seg) |
|----|--------|
| 60 | 0.341 |

$$T = \frac{h_n}{CT}$$

4.CATEGORIA DE EDIFICACIÒN

| TIPO "C" | EDIFICACIONES COMUNES |
|------------|-----------------------|
| FACTOR "U" | 1 |

5.FACTOR DE AMPLIFICACIÒN SÍSMICA

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T < T_p < T_L \quad C = 2.5 * \left[\frac{T_p - T_L}{T} \right]$$

| | |
|---|-----|
| C | 2.5 |
|---|-----|

$$T < T_p < T_L \quad C = 2.5 * \left[\frac{T_p}{T} \right]$$

6. REGULARIDAD ESTRUCTURAL

| I _p | I _a | R _o | R |
|----------------|----------------|----------------|-----|
| 0.75 | 1 | 6 | 4.5 |

ANÀLISIS ESTÀTICO

7. COEFICIENTE BASAL

$$C_b = (Z * U * S * C) / R$$

| | |
|----|------|
| Cb | 0.25 |
|----|------|

8. DISTRIBUCIÓN DE LAS FUERZAS EN ALTURA

$$K = (0.75 + 0.5 * T)$$

| | |
|---|--------|
| K | 0.9205 |
|---|--------|

9. MASA DEL EDIFICIO

$$100\%CM + 50\%CV = \text{PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN}$$

| | | |
|---|-----------|----|
| P | 2099.7509 | Tn |
|---|-----------|----|

10. CORTANTE EN LA BASE

$$V = \frac{Z * U * S * C}{R} * P$$

| | | |
|---|------------|----|
| V | 524.937725 | Tn |
|---|------------|----|

| PISO | Pi | hi | (hi) ² | Pi*(hi) ² | α _i | V | F _i |
|------|--------|-------|-------------------|----------------------|----------------|---------|----------------|
| P6 | 320.58 | 16.30 | 13.06 | 4185.57 | 0.25280 | 524.940 | 132.707 |
| P5 | 342.55 | 13.65 | 11.09 | 3798.51 | 0.22943 | 524.940 | 120.435 |
| P4 | 355.64 | 11.00 | 9.09 | 3233.05 | 0.19527 | 524.940 | 102.506 |
| P3 | 360.89 | 8.35 | 7.05 | 2545.58 | 0.15375 | 524.940 | 80.710 |
| P2 | 360.89 | 5.70 | 4.96 | 1791.26 | 0.10819 | 524.940 | 56.793 |
| P1 | 359.20 | 3.05 | 2.79 | 1002.62 | 0.06056 | 524.940 | 31.789 |
| | | | | 16556.59 | | | 524.940 |

Anexo 15. Análisis dinámico

ANÁLISIS DINÁMICO

11. ACELERACIÓN ESPECTRAL

$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$\delta = \left(\frac{Z_{USC}}{R} * g \right) * \left(\frac{3}{4} R \right)$$

$$\Delta = \frac{\delta}{h_i}$$

| | |
|----|--------|
| Sa | 2.4525 |
|----|--------|

| | |
|---|------------|
| C | 2.93255132 |
|---|------------|

| | |
|---|-----------|
| δ | 8.2771875 |
|---|-----------|

| | |
|---|------------|
| Δ | 0.50780291 |
|---|------------|

12. MODOS DE VIBRACIÓN

| | # Modo | Periodo (seg) | UX | UY | SumUX | SumUY |
|----------|--------|---------------|---------|---------|---------|---------|
| 1er PISO | 1 | 0.341 | 0 | 57.4809 | 0.000 | 57.4809 |
| | 2 | 0.105 | 79.1923 | 0.0023 | 79.192 | 57.4831 |
| | 3 | 0.102 | 0.0083 | 14.2624 | 79.201 | 71.7455 |
| 2do PISO | 4 | 0.072 | 0.0005 | 0.007 | 79.201 | 71.7525 |
| | 5 | 0.058 | 0 | 0.038 | 79.201 | 71.7905 |
| | 6 | 0.050 | 0.0003 | 7.3268 | 79.202 | 79.1173 |
| 3er PISO | 7 | 0.037 | 15.9949 | 0.0675 | 95.196 | 79.1848 |
| | 8 | 0.036 | 0.1971 | 5.5209 | 95.394 | 84.7056 |
| | 9 | 0.027 | 0.0007 | 0.0575 | 95.394 | 84.7632 |
| 4to PISO | 10 | 0.023 | 0.0019 | 8.5472 | 95.396 | 93.3104 |
| | 11 | 0.021 | 3.4327 | 0.0024 | 98.829 | 93.3128 |
| | 12 | 0.017 | 0.0086 | 5.2888 | 98.837 | 98.6016 |
| 5to PISO | 13 | 0.017 | 0.1344 | 1.1272 | 98.972 | 99.7288 |
| | 14 | 0.016 | 0.104 | 0.1926 | 99.076 | 99.9213 |
| | 15 | 0.015 | 0.6703 | 0 | 99.746 | 99.9214 |
| 6to PISO | 16 | 0.012 | 0.2106 | 0.0006 | 99.957 | 99.922 |
| | 17 | 0.010 | 0.0433 | 0.0008 | 100.000 | 99.9228 |
| | 18 | 0.004 | 0 | 0.0627 | 100.000 | 99.9855 |

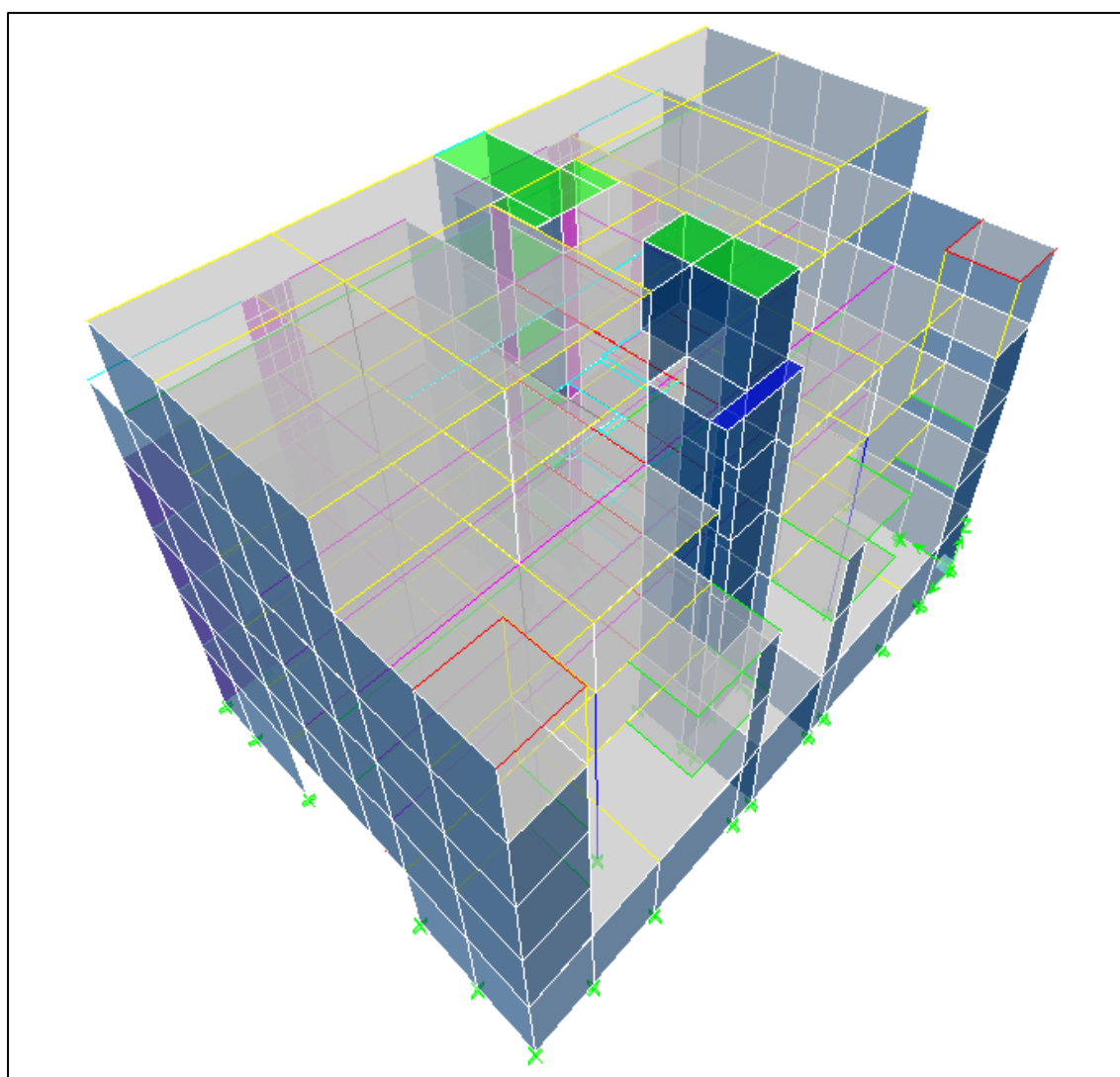
13. DERIVAS

| Nivel | Item | Caso | Δx' | Δy |
|--------|-----------|------|----------|----------|
| PISO 5 | Máxima Δx | DX' | 0.000184 | |
| PISO 5 | Máxima Δy | DY' | | 0.002317 |
| PISO 4 | Máxima Δx | DX' | 0.000191 | |
| PISO 4 | Máxima Δy | DY' | | 0.003109 |
| PISO 3 | Máxima Δx | DX' | 0.000212 | |
| PISO 3 | Máxima Δy | DY' | | 0.002731 |
| PISO 2 | Máxima Δx | DX' | 0.000222 | |
| PISO 2 | Máxima Δy | DY' | | 0.002354 |
| PISO 1 | Máxima Δx | DX' | 0.000208 | |
| PISO 1 | Máxima Δy | DY' | | 0.001331 |

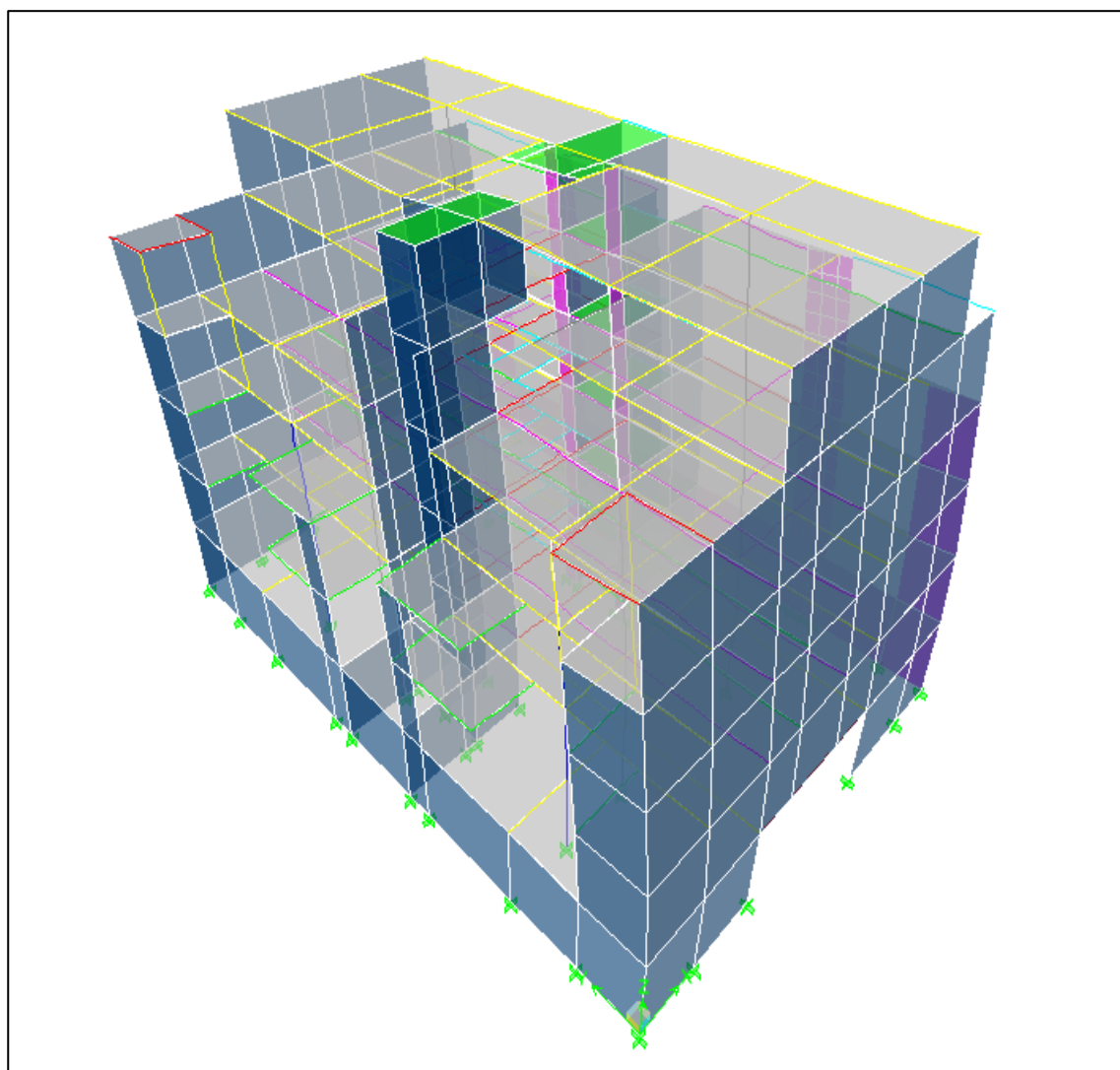
Estas distorsiones no deben exceder de 0.007 (NTE030 Artículo 15.1). La tabla N° 6 muestra un listado con las máximas distorsiones en cada eje de análisis. Se observa que en ningún caso se supera el límite establecido por la norma.

Para el análisis modal de la estructura se eligieron los vectores de "Ritz" ya que toma en cuenta la naturaleza de las cargas para el análisis modal. La cantidad de modos incluidos en el análisis fue de 18 ya que el edificio tiene 6 niveles.

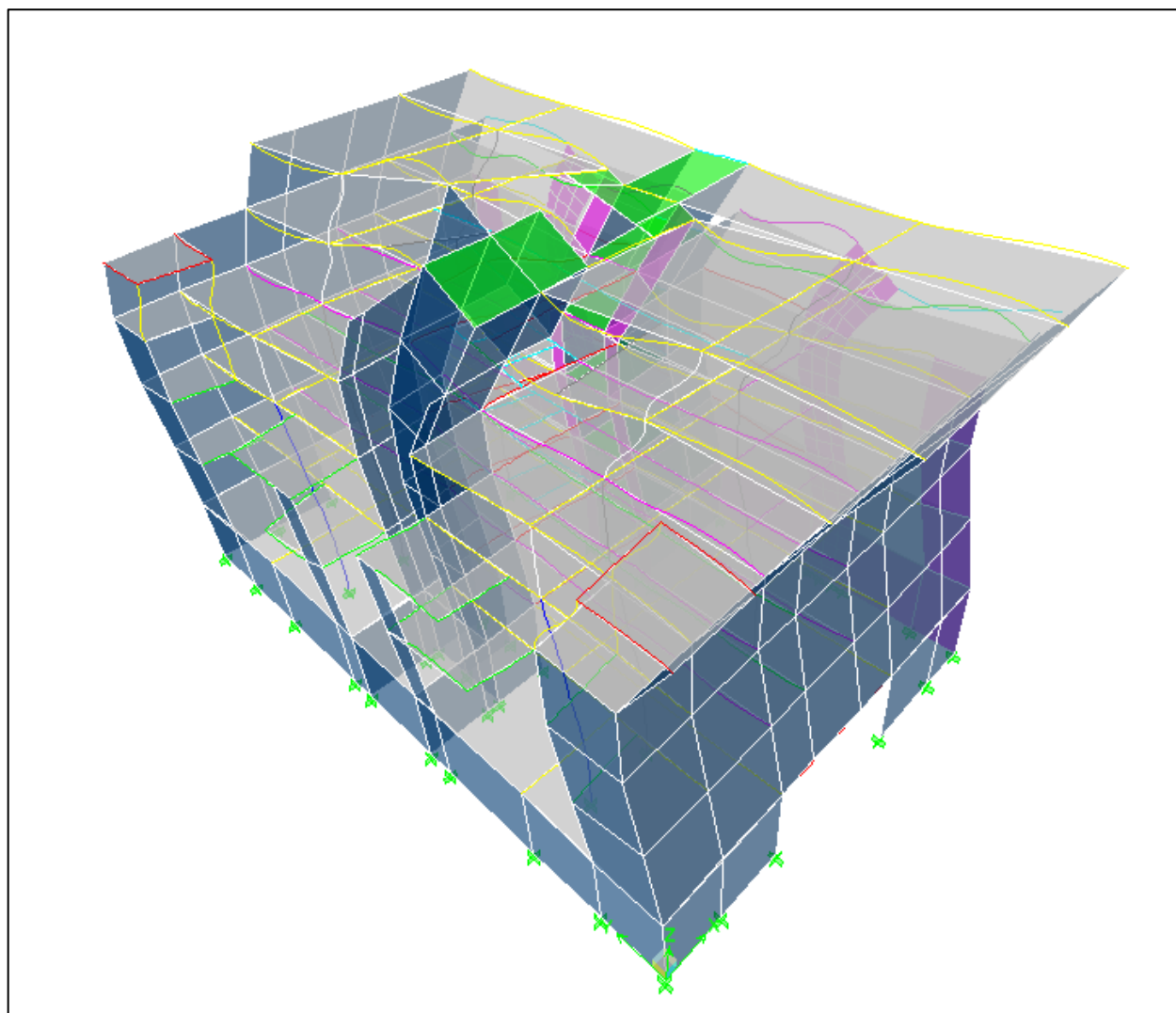
Anexo 16. Vista 3D de modelo del edificio "Los Andes"



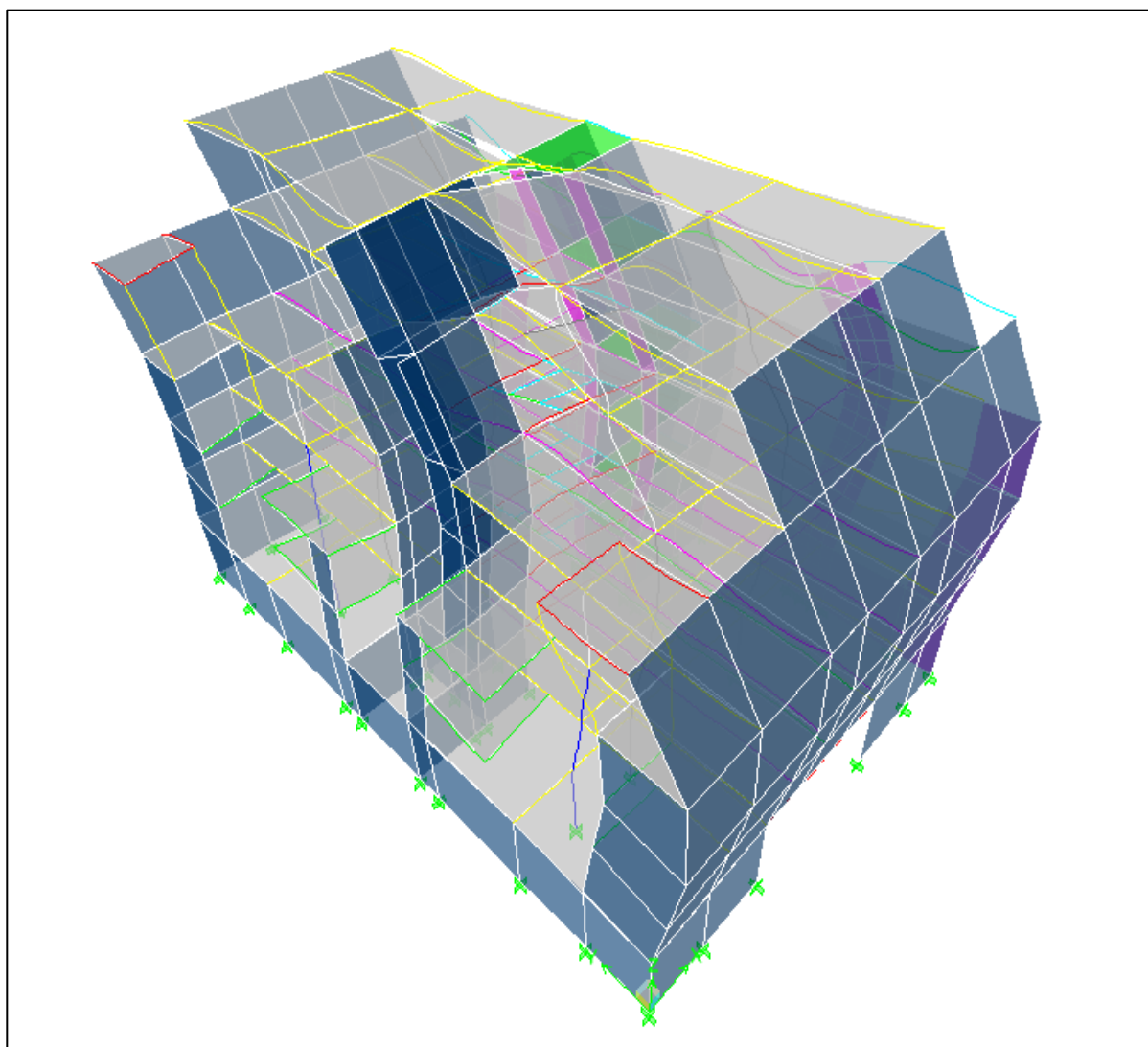
Anexo 17. Modo de vibración 1 ($T=0.341$ seg)



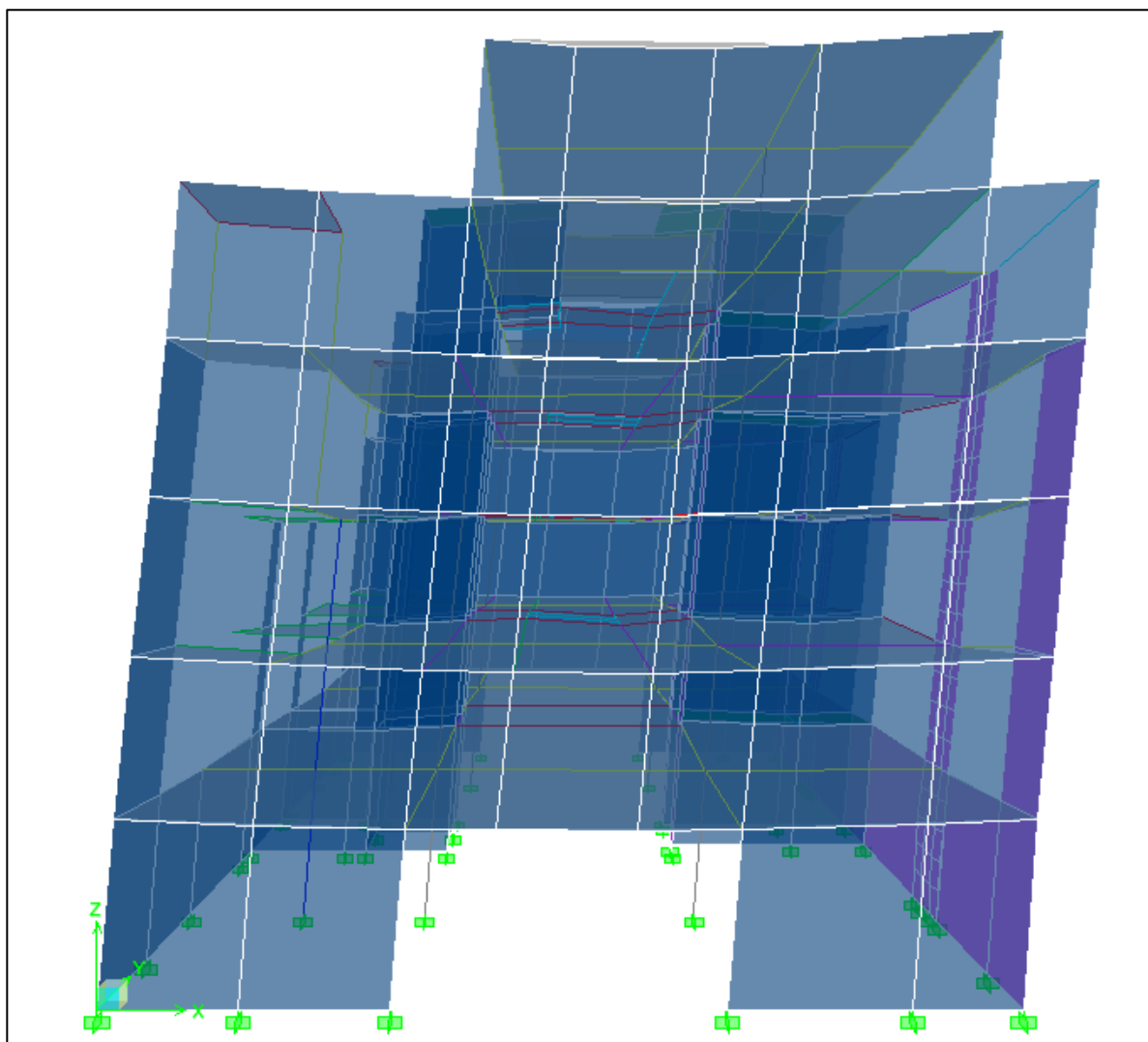
Anexo 18. Modo de vibración 2 ($T=0.105\text{seg}$)

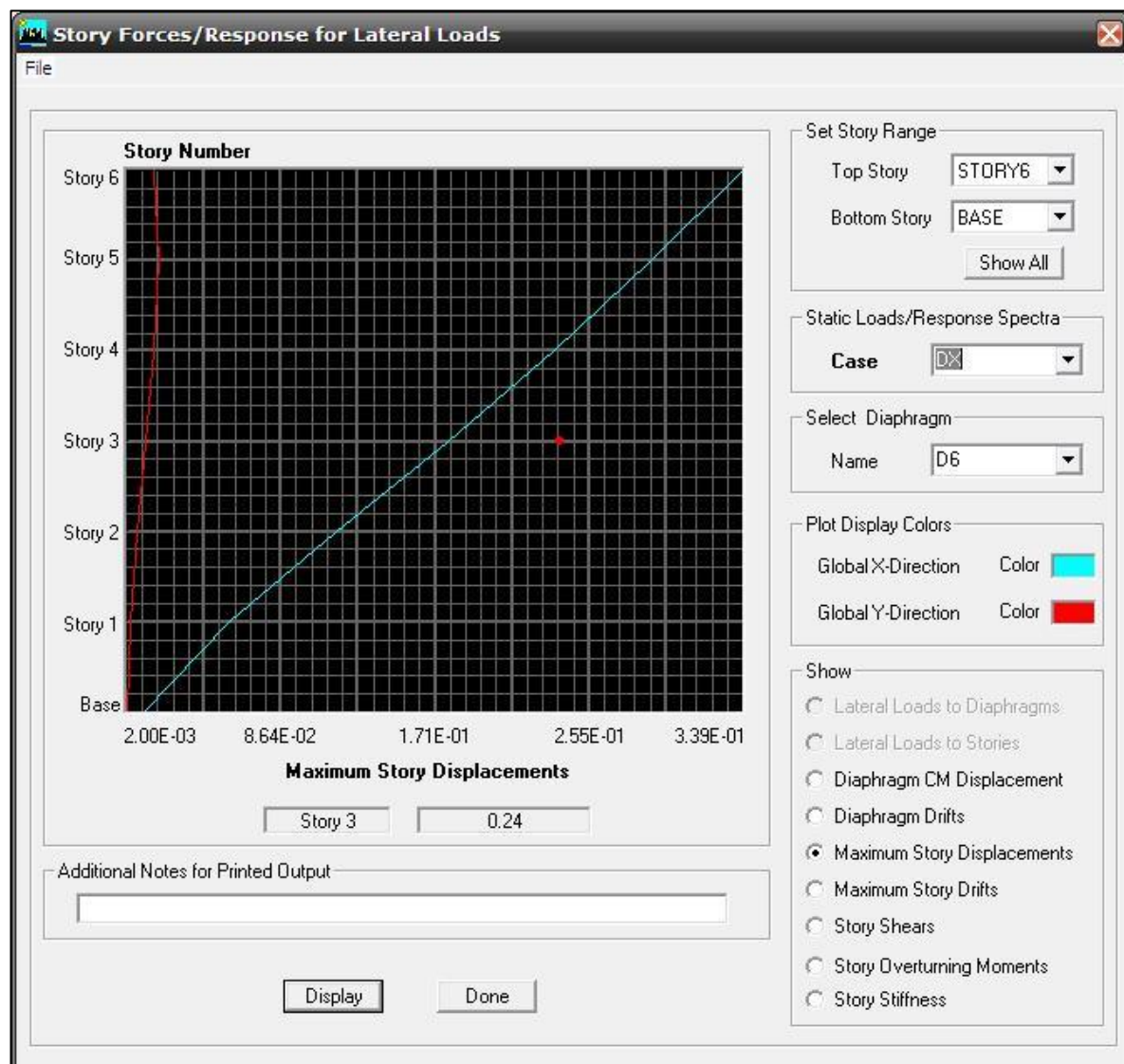


Anexo 19. Modo de vibración 3 ($T=0.102\text{seg}$)

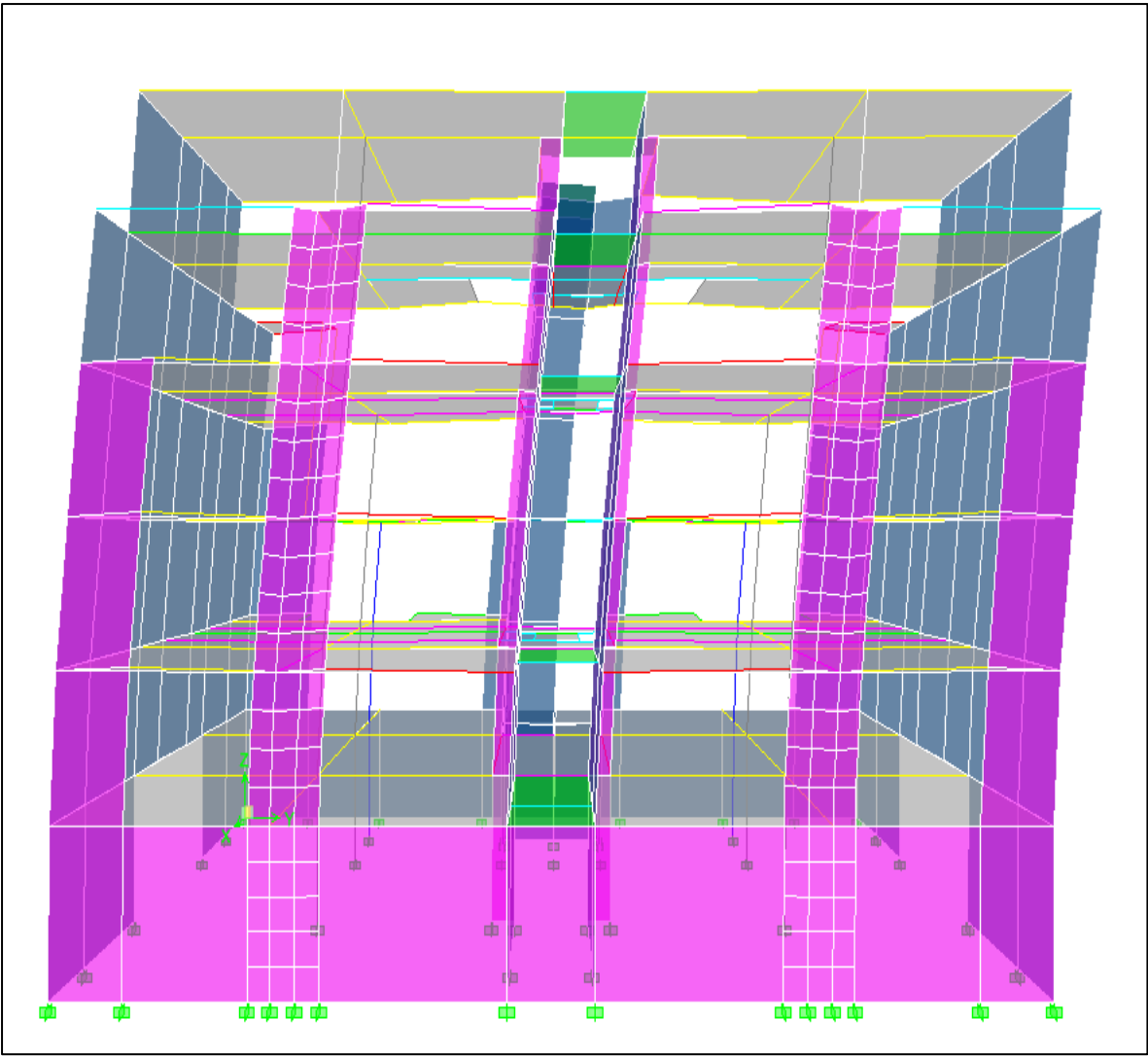


Anexo 20. Desplazamientos en X

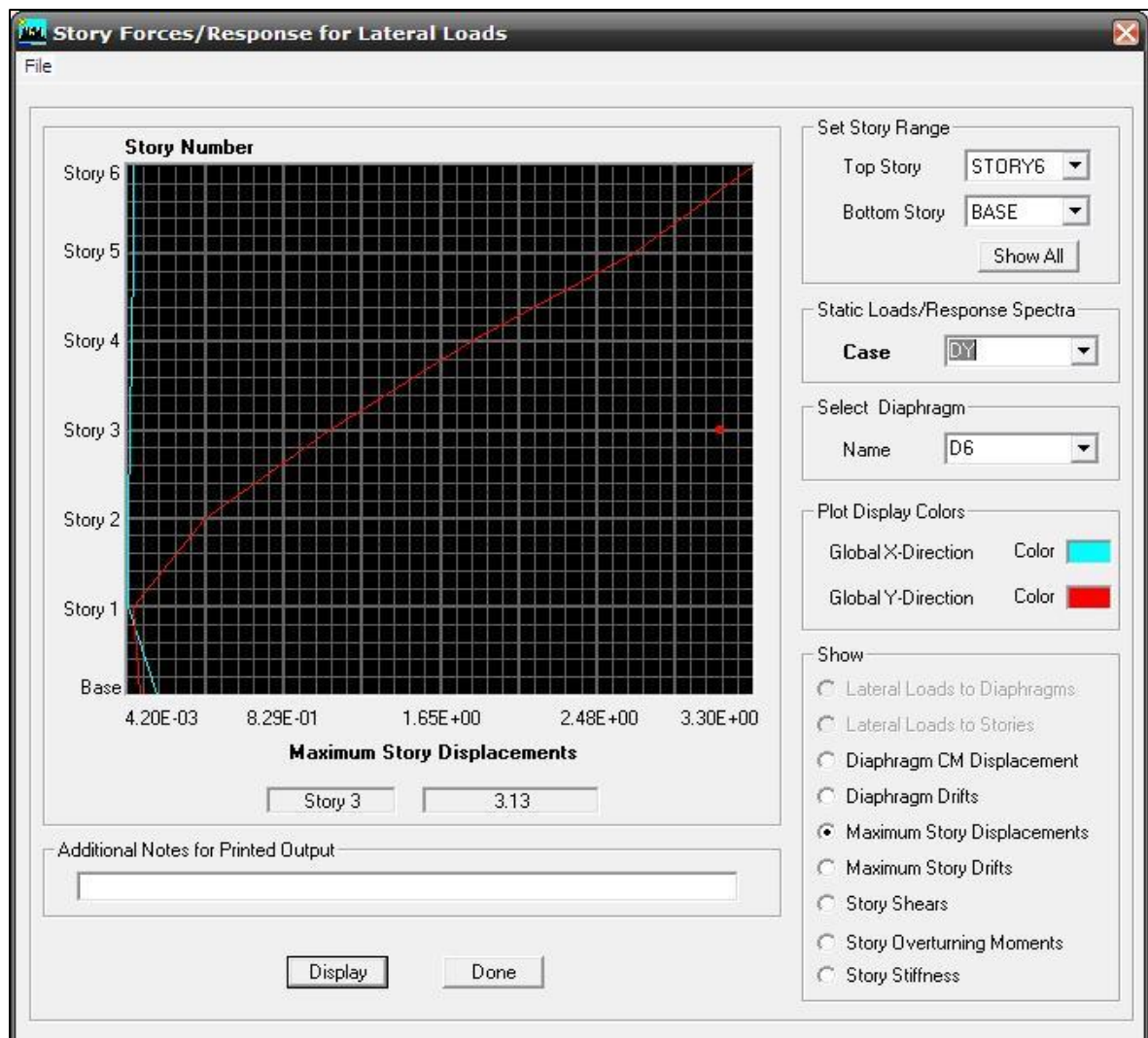




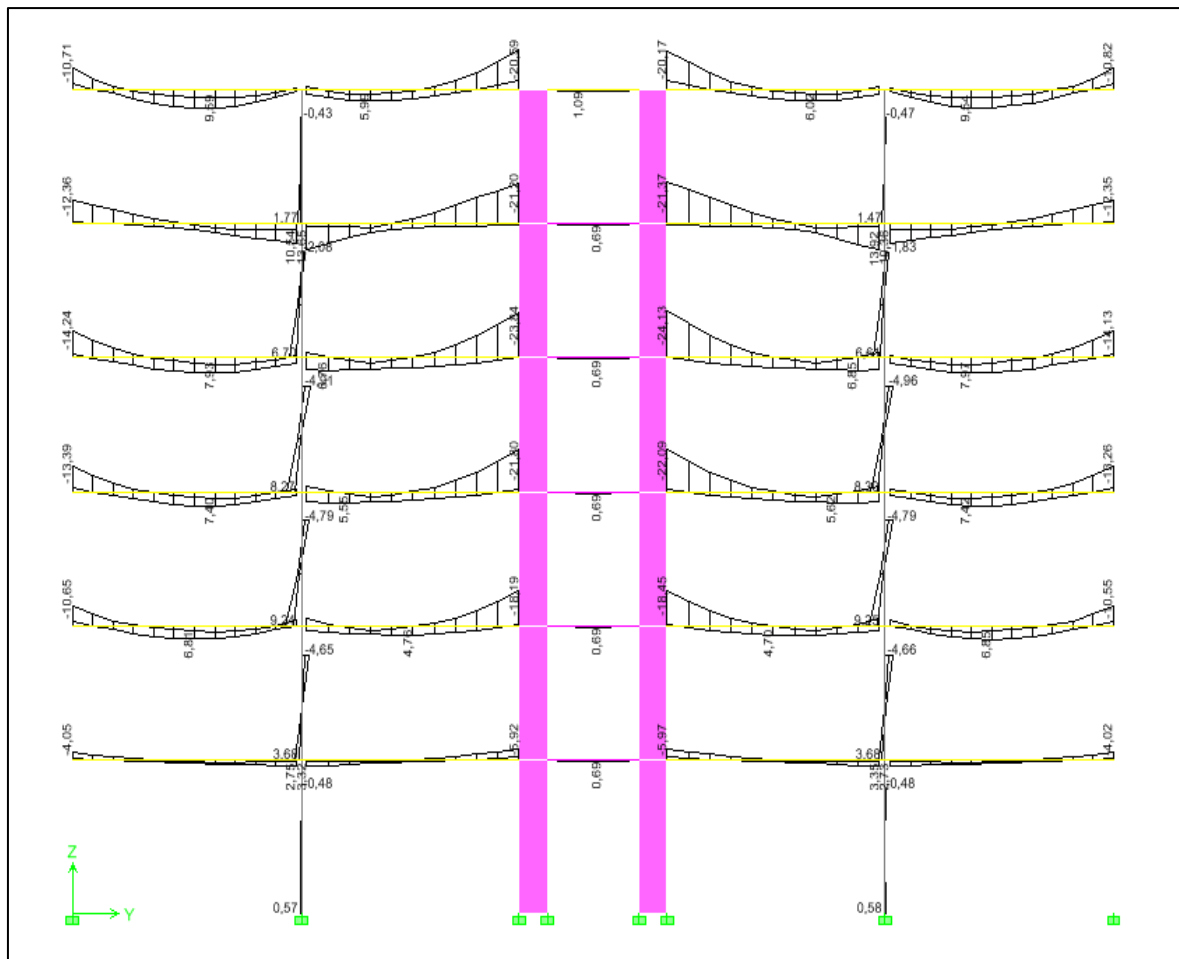
Anexo 22. Desplazamientos en Y



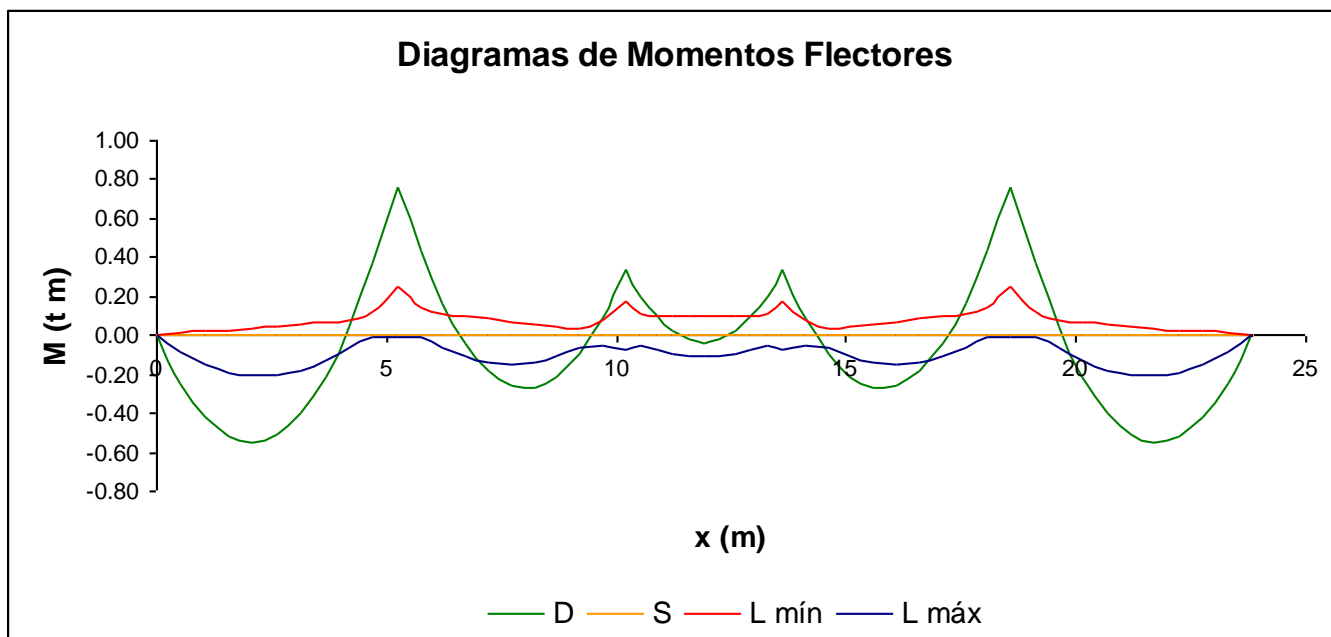
Anexo 23. Desplazamientos en Y



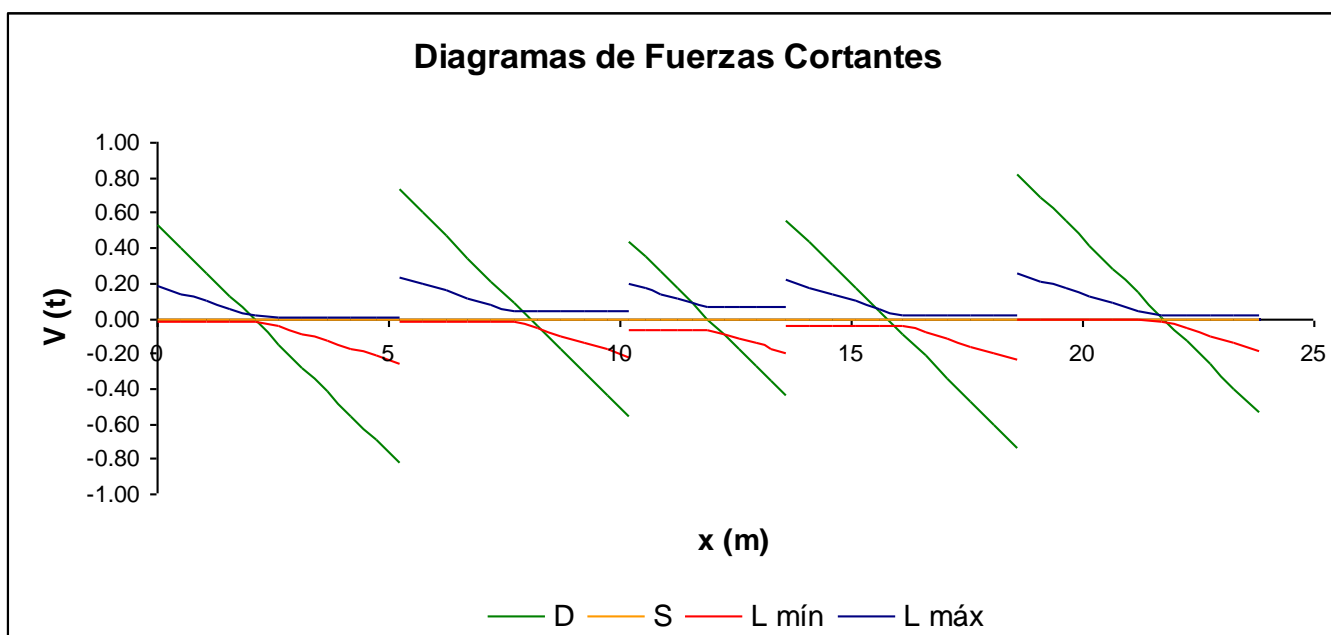
Anexo 24. Envolvente de momentos flectores del pórtico a diseñar (t-m)



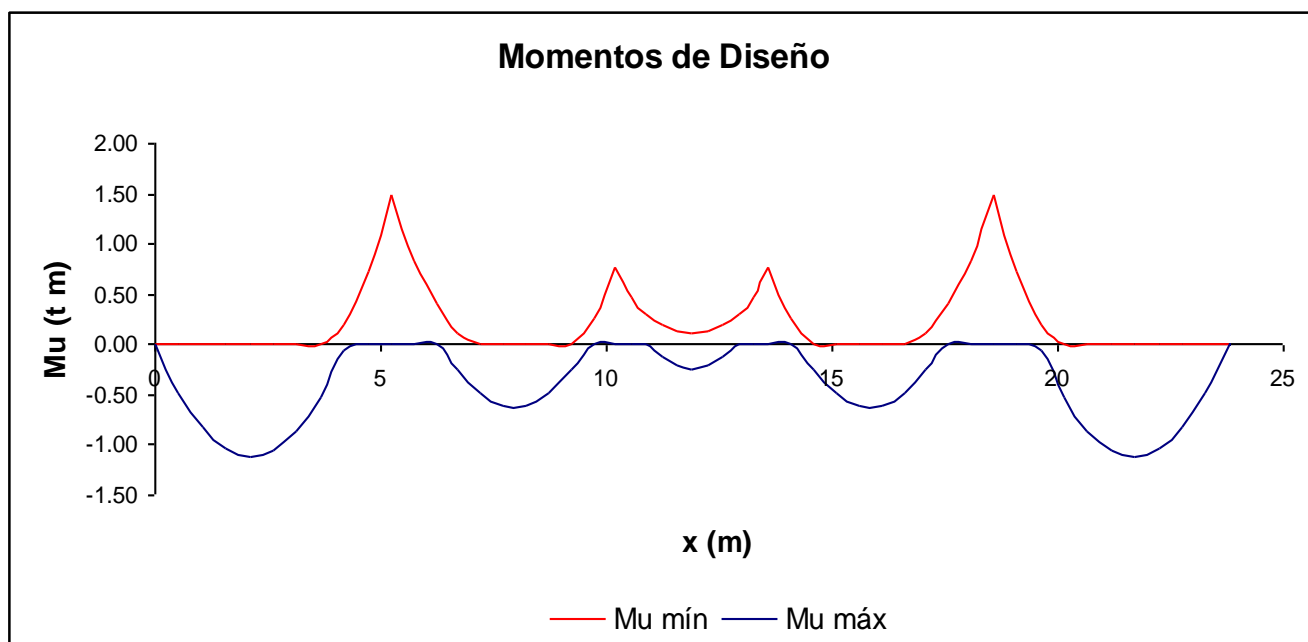
Anexo 26. Diagrama de momentos flectores (tn-m)



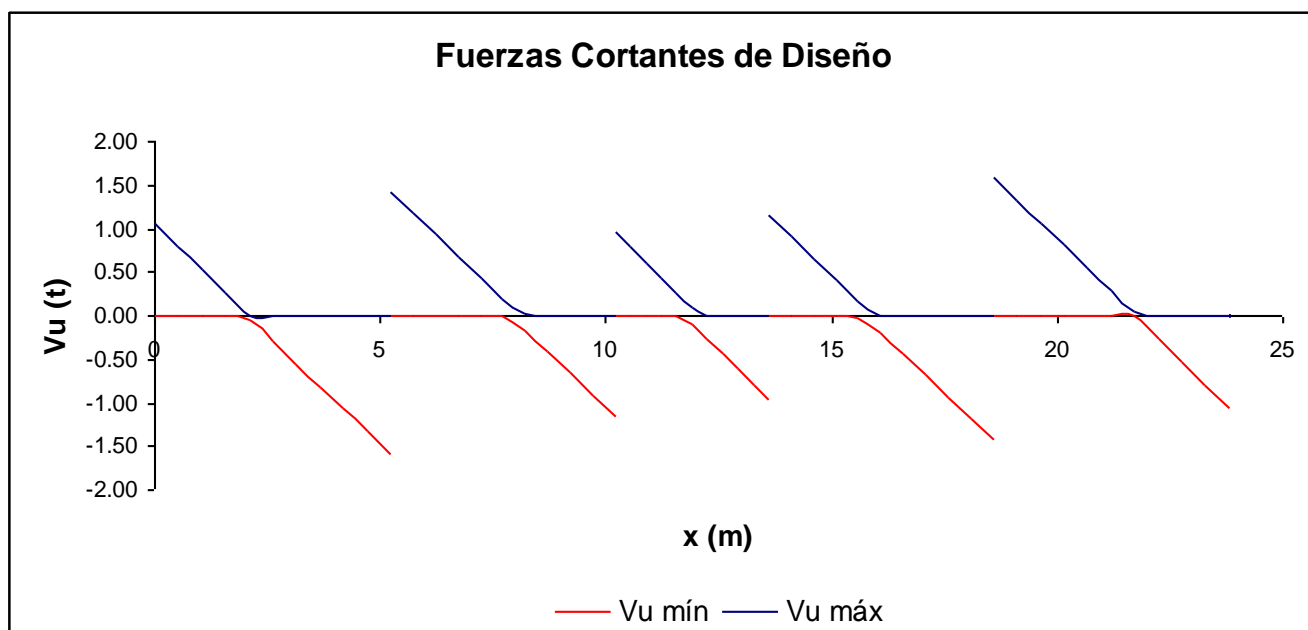
Anexo 27. Diagrama de fuerzas cortantes (Tn)



Anexo 28. Diagrama de momentos flectores de diseño (tn.m)



Anexo 29. Diagrama de fuerzas cortantes de diseño (Tn)



[illegible]

Anexo 32. Factores de zona

| <i>Factores de zona</i> | |
|-------------------------|-------------|
| <i>Zona</i> | <i>Z</i> |
| <i>4</i> | <i>0.45</i> |
| <i>3</i> | <i>0.35</i> |
| <i>2</i> | <i>0.25</i> |
| <i>1</i> | <i>0.1</i> |

Anexo 33. Parámetros del suelo

| <i>Parámetros del suelo</i> | | | |
|-----------------------------|--|--------------------------|------------|
| <i>Tipo</i> | <i>Descripción</i> | <i>T_p (S)</i> | <i>S</i> |
| <i>S₁</i> | <i>Roca o suelos muy rígidos</i> | <i>0.4</i> | <i>1.0</i> |
| <i>S₂</i> | <i>Suelos intermedios</i> | <i>0.6</i> | <i>1.2</i> |
| <i>S₃</i> | <i>Suelos flexibles o con estratos de gran espesor</i> | <i>0.9</i> | <i>1.4</i> |
| <i>S₄</i> | <i>Condiciones excepcionales</i> | <i>*</i> | <i>*</i> |

(*) Los valores de *T_p* y *S* para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo *S₃*.

Anexo 34. Categoría de las edificaciones

| Categoría de las edificaciones | | |
|--------------------------------|---|----------|
| Categoría | Descripción | Factor U |
| A Edificaciones Esenciales | Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede presentar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos. | 1.5 |
| B Edificaciones Importantes | Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos importantes. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento. | 1.3 |
| C Edificaciones Comunes | Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc. | 1.0 |
| D Edificaciones Menores | Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1.50 m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares. | (*) |

(*) En estas edificaciones, a criterio del proyectista, se podrá omitir el análisis por fuerzas sísmicas, pero deberá proveerse de la resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales.

Anexo 35. Sistemas estructurales

| Sistemas estructurales | |
|---|--|
| Sistema estructural | Coefficiente de Reducción R, Para estructuras regulares (*) (**) |
| Acero | |
| Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos. | 9.5 |
| Otras estructuras de acero: | |
| Arriostres excéntricos | 6.5 |
| Arriostres en cruz | 6.0 |
| Concreto armado | |
| Pórticos ⁽¹⁾ | 8 |
| Dual ⁽²⁾ | 7 |
| De muros estructurales ⁽³⁾ | 6 |
| Muros de ductilidad limitada ⁽⁴⁾ | 4 |
| Albañilería armada o confinada ⁽⁵⁾ | 3 |
| Madera (por esfuerzos admisibles) | 7 |

Anexo 36. Masas participativas

| # Modo | Periodo (seg) | UX | UY | SumUX | SumUY |
|--------|---------------|-------|-------|--------|-------|
| 1 | 0.341 | 0.00 | 57.48 | 0.00 | 57.48 |
| 2 | 0.105 | 79.19 | 0.00 | 79.19 | 57.48 |
| 3 | 0.102 | 0.01 | 14.26 | 79.20 | 71.75 |
| 4 | 0.072 | 0.00 | 0.01 | 79.20 | 71.75 |
| 5 | 0.058 | 0.00 | 0.04 | 79.20 | 71.79 |
| 6 | 0.050 | 0.00 | 7.33 | 79.20 | 79.12 |
| 7 | 0.037 | 15.99 | 0.07 | 95.20 | 79.18 |
| 8 | 0.036 | 0.20 | 5.52 | 95.39 | 84.71 |
| 9 | 0.027 | 0.00 | 0.06 | 95.39 | 84.76 |
| 10 | 0.023 | 0.00 | 8.55 | 95.40 | 93.31 |
| 11 | 0.021 | 3.43 | 0.00 | 98.83 | 93.31 |
| 12 | 0.017 | 0.01 | 5.29 | 98.84 | 98.60 |
| 13 | 0.017 | 0.13 | 1.13 | 98.97 | 99.73 |
| 14 | 0.016 | 0.10 | 0.19 | 99.08 | 99.92 |
| 15 | 0.015 | 0.67 | 0.00 | 99.75 | 99.92 |
| 16 | 0.012 | 0.21 | 0.00 | 99.96 | 99.92 |
| 17 | 0.010 | 0.04 | 0.00 | 100.00 | 99.92 |
| 18 | 0.004 | 0.00 | 0.06 | 100.00 | 99.99 |

Anexo 37. Distorsiones

| Nivel | Item | Caso | Δx | Δy |
|----------|-------------------|------|------------|------------|
| PISO 5 | Máxima Δx | DX | 0.000184 | |
| PISO 5 | Máxima Δy | DY | | 0.002317 |
| PISO 4 | Máxima Δx | DX | 0.000191 | |
| PISO 4 | Máxima Δy | DY | | 0.003109 |
| PISO 3 | Máxima Δx | DX | 0.000212 | |
| PISO 3 | Máxima Δy | DY | | 0.002731 |
| PISO 2 | Máxima Δx | DX | 0.000222 | |
| PISO 2 | Máxima Δy | DY | | 0.002354 |
| PISO 1 | Máxima Δx | DX | 0.000208 | |
| PISO 1 | Máxima Δy | DY | | 0.001331 |
| SOTANO 1 | Máxima Δx | DX | 0.000185 | |
| SOTANO 1 | Máxima Δy | DY | | 0.000228 |

Anexo 38. Cortantes

SIN ESCALAR

| Nivel | Caso | Ubicación | Dirección X | Dirección Y |
|----------|------|-----------|-------------|-------------|
| SOTANO 1 | QX | Arriba | -337.67 | 0 |
| SOTANO 1 | QX | Abajo | -337.67 | 0 |
| SOTANO 1 | QY | Arriba | 0 | -337.67 |
| SOTANO 1 | QY | Abajo | 0 | -337.67 |
| SOTANO 1 | VX | Arriba | 274.2 | 0.92 |
| SOTANO 1 | VX | Abajo | 274.2 | 0.92 |
| SOTANO 1 | VY | Arriba | 0.85 | 207.17 |
| SOTANO 1 | VY | Abajo | 0.85 | 207.17 |

ESCALADOS

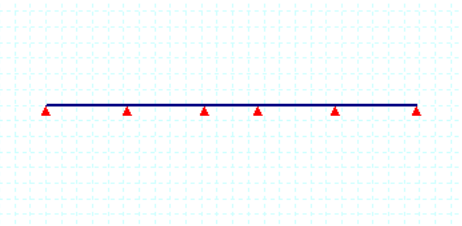
| Nivel | Caso | Ubicación | Dirección X | Dirección Y |
|----------|------|-----------|-------------|-------------|
| SOTANO 1 | QX | Arriba | -337.67 | 0 |
| SOTANO 1 | QX | Abajo | -337.67 | 0 |
| SOTANO 1 | QY | Arriba | 0 | -337.67 |
| SOTANO 1 | QY | Abajo | 0 | -337.67 |
| SOTANO 1 | VX | Arriba | 274.2 | 0.92 |
| SOTANO 1 | VX | Abajo | 274.2 | 0.92 |
| SOTANO 1 | VY | Arriba | 1.11 | 270.14 |
| SOTANO 1 | VY | Abajo | 1.11 | 270.14 |

Anexo 39. Geometría

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Viga continua

Hugo Scaletti Farina - ISSS



| Luces y Alturas (m) | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|---|---|---|---|----|
| Tramo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Altura arriba | | | | | | | | | | |
| Luz | 5.23 | 4.98 | 3.40 | 4.98 | 5.23 | | | | | |
| Altura abajo | | | | | | | | | | |

| Sección Transversal | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|----|
| Tramo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Columna arriba | | | | | | | | | | |
| Viga | a25 | a25 | a25 | a25 | a25 | | | | | |
| Columna abajo | | | | | | | | | | |

| Condiciones Especiales | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| Nudo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Código | f | f | f | f | f | f | | | | | |

Indicar F o valor numérico (ancho) para apoyo fijo, R para rótula, E para empotramiento y A para la combinación de F y R

Anexo 40. Propiedades

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Viga continua

Hugo Scaletti Farina - 1999

| Materiales | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Concreto | $f_c = 280$ | (kg/cm ²) |
| | $E_c = 268000$ | (kg/cm ²) |
| Acero | $f_s = 4200$ | (kg/cm ²) |
| | $E_s = 2.1 \times 10^6$ | (kg/cm ²) |
| Ver opciones para f_s de estribos | | |

| Secciones Rectangulares y T | | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| Etiqueta | b (m) | h (m) | b _w (m) | t (m) | |
| 1 | a20 | 0.400 | 0.200 | 0.100 | 0.050 |
| 2 | a25 | 0.400 | 0.250 | 0.100 | 0.050 |
| 3 | | | | | |
| 4 | 30x60 | 0.300 | 0.600 | | |
| 5 | 30x50 | 0.300 | 0.500 | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |

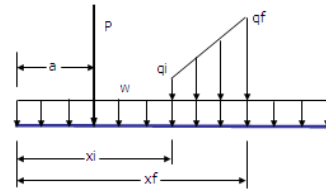
| Otras Secciones | | | | |
|-----------------|-------|-------|---------------------------|---------------------------------|
| Etiqueta | b (m) | h (m) | Inercia (m ⁴) | Área de Corte (m ²) |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |

Anexo 41. Cargas

Análisis de Vigas y Pórticos Simples

Viga continua

Fracción de la sobrecarga para daderos 1.00



Cargas Uniformemente Distribuidas

| tramo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|---|---|----|
| W_D (t/m) | 0.260 | 0.260 | 0.260 | 0.260 | 0.260 | | | | | |
| W_L (t/m) | 0.080 | 0.080 | 0.080 | 0.080 | 0.080 | | | | | |

Los subíndices D y L denotan cargas permanentes y cargas eventuales, respectivamente.

Anexo 42. Envolventes de momentos flectores y fuerzas cortantes (Tramo 1)

TRAMO 1 (0.10 x 0.25)

Diagramas y Envolventes de Momentos Flectores

| x | 0.523 | 1.045 | 1.568 | 2.090 | 2.613 | 3.135 | 3.658 | 4.180 | 4.703 | 5.225 |
|-----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| D | 0.243 | 0.415 | 0.516 | 0.546 | 0.506 | 0.394 | 0.211 | -0.043 | -0.368 | -0.763 |
| S | | | | | | | | | | |
| L mín | 0.000 | -0.010 | -0.019 | -0.029 | -0.039 | -0.048 | -0.058 | -0.068 | -0.077 | -0.124 |
| L máx | 0.000 | 0.084 | 0.147 | 0.188 | 0.207 | 0.204 | 0.179 | 0.133 | 0.064 | 0.011 |
| M_U mín | 0.000 | | | | | | | | -0.191 | -0.726 |
| M_U máx | 0.000 | 0.484 | 0.831 | 1.042 | 1.117 | 1.054 | 0.856 | 0.521 | 0.049 | -1.489 |

Diagramas y Envolventes de Fuerzas Cortantes

| x | 0.523 | 1.045 | 1.568 | 2.090 | 2.613 | 3.135 | 3.658 | 4.180 | 4.703 | 5.225 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| D | 0.533 | 0.397 | 0.261 | 0.126 | -0.010 | -0.146 | -0.282 | -0.418 | -0.554 | -0.689 |
| S | | | | | | | | | | |
| L mín | -0.018 | -0.018 | -0.018 | -0.018 | -0.018 | -0.047 | -0.089 | -0.131 | -0.173 | -0.215 |
| L máx | 0.183 | 0.141 | 0.099 | 0.057 | 0.015 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| V_U mín | | | | | -0.046 | -0.285 | -0.546 | -0.807 | -1.069 | -1.330 |
| V_U máx | 1.057 | 0.795 | 0.534 | 0.273 | 0.012 | | | | | |

Anexo 43. Envolventes de momentos flectores y fuerzas cortantes (Tramo2)

| TRAMO 2 (0.10 x 0.25) | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Diagramas y Envolventes de Momentos Flectores | | | | | | | | | | | |
| x | 0.498 | 0.995 | 1.493 | 1.990 | 2.488 | 2.985 | 3.483 | 3.980 | 4.478 | 4.975 | |
| D | -0.763 | -0.431 | -0.163 | 0.041 | 0.180 | 0.255 | 0.265 | 0.211 | 0.093 | -0.089 | -0.336 |
| S | | | | | | | | | | | |
| L mín | -0.247 | -0.139 | -0.112 | -0.098 | -0.085 | -0.072 | -0.058 | -0.045 | -0.039 | -0.078 | -0.177 |
| L máx | 0.012 | 0.006 | 0.061 | 0.111 | 0.140 | 0.150 | 0.140 | 0.110 | 0.067 | 0.050 | 0.073 |
| M_U mín | -1.489 | -0.839 | -0.418 | -0.110 | | | | | | -0.257 | -0.771 |
| M_U máx | | | | 0.245 | 0.490 | 0.612 | 0.609 | 0.483 | 0.245 | | |

| Diagramas y Envolventes de Fuerzas Cortantes | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| x | 0.498 | 0.995 | 1.493 | 1.990 | 2.488 | 2.985 | 3.483 | 3.980 | 4.478 | 4.975 | |
| D | 0.733 | 0.603 | 0.474 | 0.345 | 0.215 | 0.086 | -0.043 | -0.173 | -0.302 | -0.432 | -0.561 |
| S | | | | | | | | | | | |
| L mín | -0.013 | -0.013 | -0.013 | -0.013 | -0.013 | -0.020 | -0.060 | -0.100 | -0.139 | -0.179 | -0.219 |
| L máx | 0.238 | 0.198 | 0.159 | 0.119 | 0.079 | 0.046 | 0.046 | 0.046 | 0.046 | 0.046 | 0.046 |
| V_U mín | | | | | | | -0.162 | -0.411 | -0.660 | -0.909 | -1.157 |
| V_U máx | 1.431 | 1.182 | 0.933 | 0.684 | 0.436 | 0.199 | 0.018 | | | | |

Anexo 44. Envolventes de momentos flectores y fuerzas cortantes (Tramo3)

| TRAMO 3 (0.10 x 0.25) | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Diagramas y Envolventes de Momentos Flectores | | | | | | | | | | | |
| x | 0.340 | 0.680 | 1.020 | 1.360 | 1.700 | 2.040 | 2.380 | 2.720 | 3.060 | 3.400 | |
| D | -0.336 | -0.201 | -0.096 | -0.021 | 0.025 | 0.040 | 0.025 | -0.021 | -0.096 | -0.201 | -0.336 |
| S | | | | | | | | | | | |
| L mín | -0.177 | -0.114 | -0.098 | -0.098 | -0.098 | -0.098 | -0.098 | -0.098 | -0.098 | -0.114 | -0.177 |
| L máx | 0.073 | 0.053 | 0.069 | 0.092 | 0.106 | 0.111 | 0.106 | 0.092 | 0.069 | 0.053 | 0.073 |
| M_U mín | -0.771 | -0.476 | -0.301 | -0.196 | -0.133 | -0.112 | -0.133 | -0.196 | -0.301 | -0.476 | -0.771 |
| M_U máx | | | | 0.128 | 0.214 | 0.243 | 0.214 | 0.128 | | | |

| Diagramas y Envolventes de Fuerzas Cortantes | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| x | 0.340 | 0.680 | 1.020 | 1.360 | 1.700 | 2.040 | 2.380 | 2.720 | 3.060 | 3.400 | |
| D | 0.442 | 0.354 | 0.265 | 0.177 | 0.088 | 0.000 | -0.088 | -0.177 | -0.265 | -0.354 | -0.442 |
| S | | | | | | | | | | | |
| L mín | -0.061 | -0.061 | -0.061 | -0.061 | -0.061 | -0.061 | -0.089 | -0.116 | -0.143 | -0.170 | -0.197 |
| L máx | 0.197 | 0.170 | 0.143 | 0.116 | 0.089 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 |
| V_U mín | | | | | | -0.104 | -0.274 | -0.444 | -0.614 | -0.784 | -0.954 |
| V_U máx | 0.954 | 0.784 | 0.614 | 0.444 | 0.274 | 0.104 | | | | | |